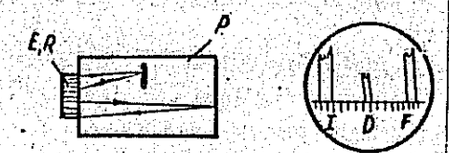
INSTITUTUL POLITEHNIC BUCUREȘTI
FACULTATEA T.C.M.
CATEDRA TEHNOLOGIA MATERIALELOR ȘI SUDARE

ÎNDRUMAR DE LABORATOR
TEHNOLOGIA MATERIALELOR



PROFIL
MECANIC

COLECTIVUL DE AUTORI:

P. Gladcov, M. Voicu, A. Mihai, F. Dumitrache,
Gh. Amza, M. Petrescu, D.V. Păușan, C. Ionescu,
Gh. Solomon, M. Pleșca, G. Dumitru, L. Gârleanu.

COORDONATOR conf. dr. ing. GLADCOV PETRE

1968

T. III 39.714

RECENZOR : Prof.dr.ing. CALEA GHEORGHE

GRAFICA : Colectivul de proiectare al catedrei T M S

621.7(076)
620.22(076)

INVENTARIAT Nr. 628/1-1991

INSTITUTUL POLITEHNIC BIBLIOTECA BUCUREŞTI

I N T R O D U C E R E

Indrumarul este destinat tuturor studenţilor facultăţilor cu profil mecanic şi electric care efectuează lucrări de laborator în completarea cursului de „Tehnologia materialelor".

Indrumarul ţine cont de dotarea laboratoarelor catedrei T.M.S., prezentînd utilajele existente şi folosite de studenţi în cadrul lucrărilor de laborator, ca şi de timpul aferent acestor activităţi, conform planurilor de învăţămînt.

In lucrare s-a căutat formarea unei baze solide tehnico-experimentale pentru viitorii ingineri în domeniile tehnologice abordate, tinzîndu-se spre cunoaşterea interdependenţei între fenomenele şi procesele ce au loc în materiale şi utilaje în cadrul aplicării diferitelor procedee tehnologice de prelucrare.

Se preconizează parcurgerea întregului conţinut al îndrumarului într-un număr variabil de şedinţe de lucrări, a 2 ore fiecare, selectiv în funcţie de planul de învăţămînt al fiecărei facultăţi.

In cadrul fiecărui capitol, studenţii efectuează de regulă mai multe lucrări practice distincte.

Pentru fiecare lucrare ei vor studia în prealabil îndrumarul de laborator şi în mod obligatoriu vor conspecta, în caietele proprii de laborator, de regulă următoarele elemente:

1. - denumirea temei şi lucrării practice;
2. - elementele de bază ale temei: definiţii; clasificări, relaţii de calcul, scheme de încercări, unităţi de măsură şi sensul fizic al acestora;
3. - schemele de principiu ale utilajelor şi aparatelor folosite;
4. - schiţele eventualelor epruvete standardizate;
5. - enumerarea etapelor experimentelor.

La sfîrşitul conspectului fiecărei lucrări, studenţii vor lăsa libere cîte 1/4 pagină, sub fiecare din următoarele titluri:

6. - Condiţii de lucru;
7. - Rezultate experimentale;
8. - Prelucrarea matematică a rezultatelor experimentale (calcule);
9. - Intrebări proprii şi răspunsuri la întrebările propuse de îndrumar;

lo. - Comentarii şi concluzii personale.

Toate aceste spaţii vor fi completate în mod obligatoriu în urma efectuării experimentelor propuse în îndrumar.

Studenţii vor avea în vedere faptul că vor fi notaţi în funcţie de seriozitatea pregătirii prealabile a lucrărilor şi de măsura însuşirii cunoştinţelor tehnologice expuse în îndrumar, de corectitudinea rezultatelor şi răspunsurilor proprii, de măsura în care reiese din comentariile proprii că şi-au însuşit problemele inginereşti legate de lucrările efectuate, mai ales că majoritatea cunoştinţelor căpătate la laborator nu se mai reiau la cursuri.

Colectivul de autori mulţumeşte pe această cale tuturor celor care au contribuit cu idei la îmbunătăţirea conţinutului îndrumarului, ca şi, în mod anticipat, tuturor celor ce o vor face în viitor.

Autorii

Capitolul 1.

MATERIALE METALICE URILIZATE IN CONSTRUCTIA DE MASINI

1. Generalităţi

In industria constructoare de maşini, pentru confecţionarea pieselor ce compun diversele maşini şi agregate se folosesc diferite materiale dintre care cele mai răspîndite sînt materialele metalice. Metalele pure se utilizează foarte rar în industrie, datorită faptului că în această stare, ele nu satisfac condiţiile impuse pieselor. Marea majoritate a metalelor se întrebuinţează în formă de aliaje. Acestea sînt combinaţii chimice sau amestecuri obţinute de regulă prin topirea împreună a două sau mai multe elemente dintre care cel puţin unul este metal. Astfel, oţelul este un aliaj al fierului (metal) cu carbonul (metaloid), iar bronzul un aliaj al cuprului (metal) cu staniu (metal).

Un aliaj este alcătuit dintr-un component de bază, care predomină din punct de vedere cantitativ şi din componenţi de aliere, care se introduc în mod special, cu scopul de a îmbunătăţi proprietăţile fizico-chimice, mecanice şi tehnologice ale aliajului. In afara elementelor amintite, într-un aliaj pot exista şi alte elemente a căror prezenţă este ocazională; ele se numesc elemente însoţitoare. De exemplu, toate oţelurile conţin Mn şi Si. Adăugarea unor cantităţi foarte mici din alte elemente în metalele de bază, modifică uneori proprietăţile acestora într-o măsură foarte mare.

Nu toate metalele au aceeaşi însemnătate industrială. Unele mai mult folosite, ca de exemplu fierul, aluminiu, zincul, plumbul, staniul etc., au o însemnătate foarte mare în industrie, numindu-se metale tehnice.

Metalele şi aliajele frecvent folosite în industrie sînt standardizate.

Standardele de stat, denumite pe scurt STAS-uri, sînt norme de stat elaborate de "Oficiul de stat pentru standarde", şi au ca scop coordonarea activităţii tuturor sectoarelor economiei naţionale. Ele au caracter de lege, folosirea şi respectarea lor întocmai fiind obligatorie pe tot teritoriul ţării. In afară de materiale sînt standardizate procedee, maşini şi utilaje, bunuri de consum etc.

./.

Standardul de stat se notează pe scurt, de exemplu, astfel : STAS 7356-75. Primele cifre (7356) dau numărul standardului respectiv, iar ultimele (75), anul elaborării lui. Dacă pe parcurs standardul este înlocuit cu unul perfecţionat sau reactualizat, noul standard va purta acelaşi număr, modificîndu-se însă cifrele ce reprezintă anul elaborării.

In standardele referitoare la materiale metalice se dau de regulă următoarele date:

- numărul standardului şi anul elaborării lui;
- denumirea materialului;
- modul de simbolizare;
- calităţile de materiale ce fac parte din categoria respectivă (mărcile de materiale);
- compoziţia chimică;
- proprietăţile fizico-chimice, mecanice, tehnologice şi aprecierea lor;
- forma de livrare, dimensiuni;
- modul de marcare.

Prin standardul de stat fiecare calitate de material primeşte un simbol convenţional alcătuit din litere şi cifre. Acest simbol este folosit pe scară largă în documentaţia tehnică (proiecte, planuri de operaţii, fişe tehnologică, etc.) sau în cea tehnico-economică (fişe cu necesarul de materiale, plan de aprovizionare etc.).

Literele simbolului sugerează de obicei denumirea materialului iar cifrele se referă la compoziţia chimică, proprietăţile materialului sau la o ordine din STAS. Exemplu: OLC 45, Fc 300, CuZn40 etc.

La alegerea unui material metalic se ţine seama de o serie de criterii legate de:

- condiţiile tehnice funcţionale impuse pieselor ce se realizează din materialul respectiv ca şi de proprietăţile tehnologice (de fabricaţie) ale materialelor existente.
- realizarea unui cost cît mai redus.

Alegerea judicioasă a materialului impune deci cunoaşterea îndeaproape a materialelor existente şi a proprietăţilor lor.

2. Clasificarea materialelor metalice utilizate în construcţia de maşini

In industria constructoare de maşini se foloseşte o mare varietate de materiale metalice, foarte diferite ca proprietăţi şi

./.

întrebuinţări. Aceste materiale se împart în două mari categorii:

- materiale metalice feroase;
- materiale metalice neferoase;

2.1. Materiale metalice feroase.

Aceste materiale sînt cele mai folosite în industrie şi au la bază fierul. Ele reprezintă aliajele fierului cu diverse elemente dintre care, aliajele fier-carbon prezintă o importanţă deosebită.

Aliajele fier-carbon folosite în practică se împart în două grupe: fonte şi oţeluri.

2.1.1. Fontele sînt aliaje ale fierului cu carbonul, conţinînd carbon între 2,1 şi 6,67. Fontele se obţin în cuptoare speciale denumite furnale, din materia primă compusă din minereu de fier şi de mangan, cărbune, fondanţi. In furnal au loc la temperaturi ridicate o serie de reacţii chimice în urma cărora se obţine fontă lichidă. In afară de fier şi carbon, ea mai conţine şi o serie de elemente însoţitoare ca: siliciu şi mangan.

Siliciul şi manganul apar în compoziţie ca urmare a unor necesităţi în elaborare. Ele, în general, nu înrăutăţesc proprietăţile fontei ci în unele cazuri chiar le îmbunătăţesc.

In fonte mai există sulf şi fosfor, care sînt elemente dăunătoare proprietăţilor fontei: ele apar în compoziţie datorită impurităţilor materiei prime, şi nu pot fi eliminate în totalitate.

Fontele obţinute în furnal se numesc fonte de primă fuziune, sau fonte brute. Ele sînt destinate fie pentru obţinerea oţelului, purtînd denumirea de fonte de afînare, fie pentru retopire în vederea turnării în piese, fiind cunoscute sub denumirea de fonte pentru turnătorie.

2.1.2. Clasificarea fontelor.

Fontele standardizate se clasifică pe baza modului de obţinere în două grupe mari:

- fonte de primă fuziune (fonte brute);
- fonte de a doua fuziune (fonte de turnătorie).

In cadrul grupelor, împărţirea se face pe baza compoziţiei chimice, pe baza proprietăţilor mecanice sau pe baza amîndorura.

a. Fontele de primă fuziune (fontele brute) se împart conform STAS 882-65 în :

- fonte obişnuite pentru turnătorie, avînd simbolul FK (de exemplu FKO.....FK 5, în care cifrele indică ordinea din STAS);
- fonte speciale pentru turnătorie, cu simbolul FK (de exemp

./.

FX 1 .....FX 7,x înseamnă "special" iar cifrele indică ordinea din STAS);

- fonta pentru afinare cu simbolul FAK (de exemplu FAK0... ..FAK 4 unde cifrele indică ordinea din STAS);

- fonte siliciоase cu simbolul FS (de exemplu FS 1, FS 2, cifrele indicînd ordinea din STAS).

b. Fontele turnate în piese se împart în :

- Fontă cenușie cu grafit lamelar turnată în piese (STAS 568-75). Acestea sînt cele mai răspîndite fonte care se toarnă în piese: denumirea "cenușie" vine de la culoarea pe care o au aceste fonte, ca urmare a existenței carbonului sub formă de grafit. Fontele cenușii au proprietăți mecanice bune (R = 100.... 400 N/mm^2, duritatea 120.....360 HB) și se prelucrează bine prin așchiere; se simbolizează cu simboluri de tipul Fc 100....Fc 400 (cifrele indică rezistența minimă la rupere la tracțiune, în N/mm^2). Precizare. 1 N/ m^2 = 1 Pa (Pascal); 1 N/mm^2 = 1 MPa.

- Fontă maleabilă turnată în piese (STAS 569/79).

Fonta maleabilă se obține din fontă albă prin tratament termic de maleabilizare care favorizează descompunerea cementitei și separarea grafitului. Dacă grafitul se separă pe fond de ferită, fonta se numește fontă maleabilă feritică sau fontă cu inimă neagră; dacă grafitul se separă pe fond de perlită, fonta se numește perlitică sau cu inimă albă.

Există mărcile: Fma 350; Fma 400; Fmn 300; Fmn 320 ; Fmn 350; Fmn 370; Fmp 450; Fmp 500.....Fmp 700, cifrele indică rezistența la tracțiune în N/mm^2, iar literele mici indică tipul structurii: n - neagră; p- perlitică; a- albă.

- Fontă cu grafit nodular turnată în piese (STAS 6071-75)

Această fontă se obține prin tratamentul de modificare, ce constă în introducerea de magneziu în fonta lichidă ceea ce duce la sporirea carbonului sub formă de grafit nodular, oferind fontei calități asemănătoare oțelului;

Există mărcile: Fgn 370-17; Fgn 420-12; Fgn-450-5; Fgn 500-7; Fgn 600-2; Fgn 700-2, Primele cifre indică rezistența la tracțiune în N/mm^2 iar ultimele alungirea minimă în %.

-Fontă refractară turnată în piese (STAS 6706-75)

Aceste fonte sînt aliate cu crom, siliciu, aluminiu și au rezistență mare la temperaturi înalte (refractaritate). Există mărci de tipul: Fr Cr 1,5; Fr Si 5 etc., simbolurile elementelor chimice indică elementele de aliere aflate în compoziție, iar

./.

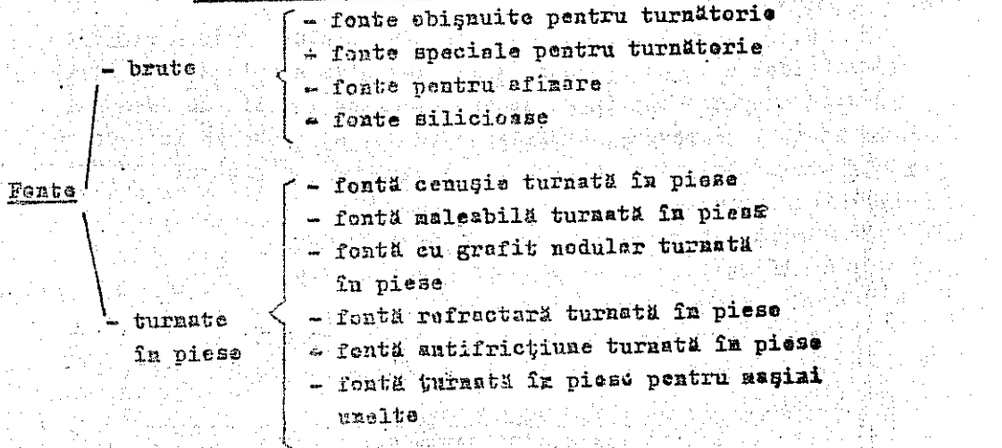
cifrele conținutul în procente, al acestor elemente).

- Fontă antifricțiune turnată în piese (STAS 6707-73). Această fontă are rezistență mare la uzură prin frecare și poate fi fontă cenușie (Fc), fontă cu grafit nodular (Fgn) sau fontă maleabilă (Fm). Simbolul fontelor antifricțiune va fi deci alcătuit din simbolul acestor fonte la care se adaugă litera A - antifricțiune și cifre ce indică ordinea din STAS (de exemplu Fc A-1, Fgn A-2, Fm A1 etc.).

- Fontă turnată în piese, pentru mașini unelte (STAS 8541-75).

Aceasta este o fontă cenușie, cu grafit lamelar și o structură fină, care conferă materialului proprietăți mecanice superioare. Exemple de mărci: Fc X250, FcX 3000.

2.1.3. Schema recapitulativă a clasificării fontelor.


Fonte
- brute
- fonte obișnuite pentru turnătorie
- fonte speciale pentru turnătorie
- fonte pentru afinare
- fonte siliciоase
- turnate în piese
- fontă cenușie turnată în piese
- fontă maleabilă turnată în piese
- fontă cu grafit nodular turnată în piese
- fontă refractară turnată în piese
- fontă antifricțiune turnată în piese
- fontă turnată în piese pentru mașini unelte

2.1.4. Oțelurile sînt aliaje ale fierului cu carbonul, conținînd carbon sub 2,1%. Oțelurile se obțin din fonte în cuptoare speciale, prin micșorarea conținutului de carbon (prin ardere). Deci, în compoziția unui oțel se vor găsi aceleași elemente însoțitoare existente în fontă însă, în alte proporții.

Oțelurile sînt caracterizate printr-o variație în limite foarte mari a proprietăților mecanice și tehnologice, ceea ce explică folosirea largă a acestor materiale în industrie. Introducerea unor elemente de aliere în compoziția oțelurilor conduce la îmbunătățirea sensibilă a proprietăților acestora.

./.

2.1.5. Clasificarea oţelurilor.

Clasificarea oţelurilor standardizate se face pe baza destinaţiei lor, iar gruparea în cadrul standardelor, pe baza proprietăţilor mecanice sau compoziţiei chimice.

După compoziţia chimică, oţelurile pot fi :

- oţeluri carbon (nealiate);
- oţeluri aliate;

După destinaţie oţelurile se împart în două categorii:

- oţeluri de construcţie;
- oţeluri pentru scule.

2.1.5.1. Oţelurile de construcţie se împart, în funcţie de posibilitatea obţinerii semifabricatelor pentru executarea pieselor, în două grupe:

a - oţeluri deformate la cald;

b - oţeluri turnate.

a. Oţeluri deformate la cald sînt oţeluri foarte răspîndite, folosite la construcţia celor mai diverse piese de maşini. Ele sînt prelucrate prin deformare plastică la cald de exemplu, prin laminare, tragere, trefilare etc. şi se pretează în continuare la prelucrări prin deformare, ca forjare, matriţare, extruziune la cald etc.

Aceste oţeluri se împart în trei subgrupe:

a 1. Oţeluri cu destinaţie generală neprecizată (de uz general);

a 2. Oţeluri cu destinaţie generală precizată;

a 3. Oţeluri cu destinaţie specială (cunoscută exact).

a.1. Oţeluri de construcţie cu destinaţie generală neprecizată.

Acestea sînt oţeluri nealiate sau aliate care servesc la construcţia pieselor de uz general, putînd fi utilizate la confecţionarea de piese destinate unor domenii foarte diferite. Ele se grupează astfel:

- Oţeluri de uz general pentru construcţii (STAS 500-80), cunoscute şi sub denumirea de oţeluri carbon obişnuit, sînt oţelurile cele mai ieftine şi cele mai utilizate. Ele sînt produse în masă şi sînt folosite în mod curent fără tratament termic, la construcţii metalice, construcţii de maşini etc., putînd fi livrate cu garantarea caracteristicilor mecanice, a compoziţiei chimice sau cu garantarea concomitentă a amîndorura. Simbolul lor este alcătuit din literele OL urmate de numere care indică

./.

rezistenţa la tracţiune în daN/mm^2 şi eventual alte grupaje de cifre şi litere minuscule, de exemplu 2b reflectînd garantarea în plus a altor proprietăţi mecanice sau tehnologice - metalurgice (vezi cursul sudiat).

Exemple: OL 32, 34, 37, 42, 44, 52, 6o, 7o sau OL 6o,2b sau OL 37 n (necalmat).

Atenţie: A) OL nu înseamnă oţel laminat. B) 1daN/mm^2 = 1o MPa.

- Oţeluri carbon de calitate pentru tratament termic destinate construcţiilor de maşini (STAS 88o-8o): sînt oţeluri nealiate, folosite numai cu tratament termic sau termochimic. Acestor oţeluri li se garantează atît compoziţia chimică cît şi caracteristicile mecanice corespunzătoare tratamentului respectiv. De asemenea, se consideră oţel carbon de calitate, oţelurile care corespund obligatoriu unor condiţii suplimentare mai severe pentru verificarea calităţii decît acelea prescrise oţelului carbon obişnuit.

Simbolurile acestor oţeluri sînt alcătuite din literele OLC urmate de cifre care indică conţinutul de carbon în sutimi de procent. La sfîrşitul simbolului poate apărea litera X, sau S, aceasta indicînd garantarea în plus a unui conţinut mai mic de impurităţi precum şi condiţii referitoare la structură.

Oţelurile carbon de calitate sînt supuse fie tratamentului termochimic de cementare, dacă au carbon sub o,2% (de exemplu OLC 1o, OLC 15, OLC 2o) fie tratamentului termic de îmbunătăţire - călire + revenire - dacă au carbon peste o,2% (de exemplu OLC 25,35,45,55,6o).

- Oţeluri aliate pentru tratament termic, destinate construcţiilor de maşini (STAS 791-8o);

Oţelurile aliate au în compoziţie unul sau mai multe elemente de aliere introduse în scopul obţinerii unor proprietăţi fizice, chimice sau mecanice deosebite. Ca elemente de aliere se folosesc: cromul, manganul, nichelul, titanul, vanadiul, molibdenul, siliciul, aluminiul, wolframul, borul, etc. Cantităţile minime de elemente de aliere care conferă fiecare în parte, oţelurilor aliate caracteristici superioare faţă de acelea ale oţelului carbon sînt (în procente, %):

Si	—	o,5	Ni	—	o,5	Ti	—	o,o4	Co	—	o,2
Mn	—	o,8	Mo	—	o,o5	B	—	o,oooo5	Al	—	o,3
Cr	—	o,3	V	—	o,o5	W	—	o,2	Cu	—	o,4
									Pb	—	o,4

./.

După conţinutul de elemente de aliere se deosebesc:

- oţeluri slab aliate, folosite în majoritate ca oţeluri de producţie în masă, pentru industria construcţiilor metalice şi a construcţiilor de maşini;

- oţeluri mediu aliate, cuprinzînd oţeluri mediu aliate, cît şi înalt aliate, folosite numai tratate termic.

Conţinutul elementelor de aliere:

- pentru oţelul slab aliat (în procente):

Si = o,5 1,1	Mo = o,o5 .....o,1
Mn = o,8 1,8	V = o,o5 .....o,1
Co = o,3 .....o,5	W = o,2 .....o,3
Ni = o,3 .....o,5	Co = o,2 .....o,3

- pentru oţelul aliat (în procente) :

Si = 1,1	Ni = o,3	W = o,3	Ti = o,o4
Mn = 1,8	Mo = o,1	Co= o,3	B = o,ooo5
Cr = o,5	V = o,1	Al= o,3	Cu = o,o4
			Pb = o,4

Oţelul se consideră slab aliat sau aliat dacă cel puţin un element se încadrează în limitele categoriei respective.

In cadrul grupei oţelurilor, mai există şi oţeluri înalt aliate, la care suma conţinuturilor elementelor de aliere depăşeşte 1o%, sau unul din elementele de aliere este în proporţie mai mare decît limitele următoare :

Si = 6%	Cr = 6%	Mo = 1%	Co = 1%
Mn = 6%	Ni = 4,5%	W = 4%	V = 1%

Aceste oţeluri au fie o destinaţie cunoscută în general, fie sînt oţeluri de scule.

Simbolizarea oţelurilor aliate de construcţie se face de regulă cu ajutorul unor simboluri complexe alcătuite din litere şi cifre astfel :

- un grup de cifre care arată conţinutul de carbon în sutimi de procent;

- un grup de simboluri ale elementelor de aliere din oţel. Inainte de anul 198o, în unele simboluri de mărci pentru oţeluri aliate se utilizau următoarele simboluri tehnice: C- crom, N-nichel M- Mangan, S- siliciu, A- aluminiu, W -wolfram, T- titan, Mo-molibden, Az- azot, B- bor , K- cobalt, V- vanadiu, Nb- niobiu; se vede că nu în toate cazurile se păstra simbolul chimic al elementului;

- un ultim grup de cifre, care indică conţinutul în zecimi de procent, al principalului element de aliere, care este trecut în simbol ultimul. ./.

Exemple: 35 Mn16- oţel aliat cu mangan, conţinînd o,35%C şi 1,6% Mn; 13 CrNi 17- oţel aliat cu crom, nichel, conţinînd o,13% C şi 1,7% Ni; 4oMoCN15-oţel aliat cu crom, nichel şi molibden, conţinînd o,4%C, Cr şi 1,5% Ni (marcă veche).

a.2. Oţeluri de construcţie cu destinaţie generală precizată.

Aceste oţeluri au un domeniu relativ îngust de folosire, fiind utilizate pentru fabricarea unor anumite elemente de construcţii sau organe de maşini. Uneori denumirea materialului arată cu claritate şi domeniul de utilizare. Din această categorie de oţeluri fac parte :

- Otelurile rezistente la coroziune atmosferică (STAS 5oo/3 - 8o).

Acestea sînt de fapt oţeluri de uz general pentru construcţii metalice lucrînd neprotejate în atmosferă obişnuită.

Există mărci de tipul RCA 37 sau RCB 52.2, în care litera B în loc de A indică un conţinut de P sub o,o4%, generează comportarea mecanică superioară a oţelului, iar ultima cifră 2 indică garantarea suplimentară a unor proprietăţi mecanice, ca şi la celelalte tipuri de oţeluri ce fac obiectul STAS 5oo-8o.

- Oţelurile beton (STAS 438-8o). Această categorie de oţeluri se foloseşte la executarea armăturilor pentru betonul armat al viitoarelor construcţii. Intrucît aceste armături se sudează unele de altele, oţelul beton trebuie să aibă o bună sudabilitate (comportare la sudare), în afară de o bună rezistenţă mecanică.

Oţelurile beton pot fi oţeluri carbon sau oţeluri aliate (sau microsliţte: cu cel mult zecimi de procent de elemente foarte active, de exemplu V, B), Primele dintre acestea se simbolizează prin simbolul literar OB, urmat de un grup de cifre, care simbolizează ca şi în cazul oţelului carbon de uz general, rezistenţa minimă garantată, exprimă în daN/mm^2 de exemplu OB 37.

Oţelurile beton aliate şi microaliate, au rezistenţă mai mare (conferită de elementele de aliere), fără a avea un conţinut prea mare de carbon. Ele se simbolizează cu simbolul literal PC, urmat de cifre cu aceeaşi semnificaţie ca în cazul procedent, de exemplu PC 52 sau PC 56.

- Oţeluri inoxidabile şi refractare. Acestea au o mare rezistenţă la oxidare şi o bună refractaritate, datorită faptului că în general au puţin carbon şi sînt înalt aliate cu Cr şi Ni (peste 1o% din elementul principal de aliere. Se simbolizează

./.

în acelaşi sistem ca şi oţelurile aliate pentru tratament termic destinate construcţiilor de maşini. Exemple: 2MoNiCr175 sau 15 SiNiCr2oo, conform STAS 11523-8o. Simboluri vechi: 2MoNC175 etc.

- Oţeluri rezistente la corcziune şi refractare, prelucrate la cald. STAS 3583-8o recomandă printre altele, mărcile 12Cr18o şi loTiNiCr18o, deosebit de rezistente la agenţi corozivi şi care-şi păstrează rezistenţa mecanică şi duritatea mari la temperaturi înalte, în special datorită conţinutului foarte mare de Cr.

- Oţeluri pentru ţevi. In ţara noastră sînt standardizate oţeluri carbon pentru ţevi şi oţeluri aliate pentru ţevi. Primele sînt reglementate prin STAS 8183-8o, fiind standardizate mărcile OLT 35, OLT 45 şi OLT 65. Cifrele au semnificaţii similare ca şi cele din cazul oţelurilor de uz general pentru construcţii. Oţelurile aliate pentru ţevi, sînt unele mărci standardizate prin STAS 791-8o, referitor la oţelurile pentru tratament termic destinate construcţiilor de maşini, dar care se prelucrează (în fabrici speciale) sub formă de ţeavă. Exemple de mărci: 4o Crlo, 33McCrll, 34MoCrNil5.

Mai există: oţeluri inoxidabile pentru ţevi, care sînt destinate transportului unor fluide cu caracter puternic oxidant. Sînt standardizate (prin STAS 1o322-8o) mărci ca: loTiNiCr 18o, loTiMo Ni Crl75, 12Ni Cr 18o. Se remarcă un conţinut mare de Cr (circa 18%) şi prezenţa Ni, ca şi a unor procentaje mici de C (o,1 ...o,12%). Unele ţevi sînt utilizate la temperaturi scăzute. Oţelurile pentru acestea pot fi oţeluri carbon (ca de exemplu mărcile OLT 35R sau OLT 45 R, în care litera R adăugată semnifică destinaţia mai bine precizată a ţevilor din aceste materiale) sau oţeluri aliate, avînd conţinut mic de C şi ca element de aliere Ni ce conferă o bună rezistenţă la oboseală, în condiţii de temperaturi scăzute. Exemple de mărci: lo Ni 35, ce rezistă bine pînă la -loo°C.

Simboluri vechi: OAT 1, OAT 2 etc.

- Oţel pentru arcuri, STAS 795-8o Si acestea pot fi oţeluri carbon şi respectiv aliate. La ambele categorii, este specifică în finalul simbolului prezenţa majusculei A.

Exemple de mărci: OLC 55 A; OLC 65 A; OLC 75 A; OLC 85 A, în care cifrele au semnificaţia celor de la oţelurile carbon de calitate pentru tratament termic şi respectiv 51 Si 17 A, 51 VCr 1 A, 6o Si 15 A; 56 Si 17 A, 4o Si 17 A, cu simbolizarea specifică oţelurilor aliate. Simboluri vechi: ARC 1, ARC 2, ... ARC 8 etc.

./.

Se recomandă în majoritatea mărcilor prezenţa Si.

- Oţeluri pentru automate STAS 135o-8o. Acestea sînt destinate prelucrării pe maşini unelte automate pentru aşchierea metalelor. Există mărci de tipul: AUT 12; AUT 3o; AUT 4oMn în care se precizează conţinutul de C, în sutimi de procent şi eventuala prezenţă a Mn, care îmbunătăţeşte prelucrabilitatea prin aşchiere şi călibilitatea oţelului, care constituie unele proprietăţi tehnologice deosebit de importante.

In marca materialului se mai poate preciza starea suprafeţei oţelului, printr-un simbol literal adăugat în finalul mărcilor, de exemplu: AUT 3oL- laminat la cald, sau C- cojit, sau T- tras la rece.

Starea suprafeţei are o deosebită importanţă pentru prelucrabilitate.

Unele oţeluri pentru automate se elaborează aliate cu Pb, (conform STAS 11521-8o) care îmbunătăţeşte în plus prelucrabilitatea prin aşchiere. Exemple de mărci: OL56 Pb; 38Cr o5Pb. Cifrele au semnificaţiile obişnuite în simbolurile oţelurilor de uz general pentru construcţii şi respectiv în cele ale oţelurilor aliate de construcţie.

- Oţeluri pentru rulmenţi. Sînt standardizate mai multe categorii de astfel de oţeluri.

Pentru rulmenţi obişnuiţi STAS 1456/1-8o precizează mărcile RUL 1 şi RUL 2, la care se pot adăuga precizări simbolice pentru starea suprafeţei barelor de oţel de tipul; B1- laminat, recopt, B2- cojit, B3- recopt, tras; A1- laminat, A2- recopt şi cojit; C1- cojit, netezit; C2-tras, recopt, C3- şlefuit.

Pentru oţel de rulmenţi, turnat în vid, STAS 1125o-8o se precizează mărcile RUL 1 v şi RUL 2 v, putîndu-se impune condiţii suplimentare pentru starea suprafeţei, conform celor de mai sus, de exemplu: RUL 2v- A2.

Pentru rulmenţii sapelor de foraj, se impun condiţii stricte de limitare a procentajului de impurităţi (S sau P mai puţin de o,o25?) prin STAS 115o7-8o, care precizează marca 55SiMoX.

Acelaşi oţel se foloseşte şi pentru sapele de foraj propriu-zise ca şi pentru unele transmisii hidro-mecanice, datorită bunelor sale proprietăţi antifricţiune şi antiuzură.

- Oţeluri pentru supape. Sînt standardizate oţelurile pentru supapele motoarelor cu ardere internă - de exemplu 45 Si Cr 85 STAS 11311-8o avînd o călibilitate mare şi o deosebită rezistenţă

./.

la uzare, derivată din aceasta, ca și oțelurile pentru supape de evacuare, reglementate prin STAS 11524-8o, care au în plus o mare refractaritate (stabilitatea proprietăților mecanice, în special a durității la temperaturi ridicate). Exemple de mărci: 45 SiCr95; 5oSiNiCr2oo; 53 NNiMnCr21o.

- Oțeluri pentru organe de asamblare STAS 11511-8o recomandă oțelul microaliat cu bor (o,oo25... o,o5%) de marca 2o Mn B5. Mai există și oteluri termorezistente pentru organe de asamblare, standardizate prin STAS 11522-8o; mărcile 12CrMo 90 și 24 VMoCr 12.

- Otel pentru pinioane. STAS 11512-8o recomandă marca 17CrNiMo6, cu o bună comportare la oboseală după cementare și îmbunătățire.

- Oteluri rezistente la uzare. STAS 11513-8o recomandă oțelurile manganoase 2oMn1o și 4o Mn1o.

- Oteluri destinate tablelor pentru cazane și recipienti sub presiune.

Acestea sînt reglementate prin STAS 2883-8o, în două categorii:

- pentru temperatură ambiantă și scăzută, mărci de tipul: R 37, R44, R 52 7b; și alte proprietăți mecanice funcționale (vezi notele de curs), în afară de rezistența la rupere exprimată în simbolurile de mai sus în daN/mm^2.

Din a II-a categorie fac parte și mărcile de oțel aliat 16Mo3, 14CrMo4.2b (sau 3b, 4b).

Simboluri vechi: K 1 ... K 8 (cifrele reprezintă ordinea din STAS).

In mod frecvent se folosesc următoarele produse laminate din oțeluri:

- Tablă groasă pentru recipienti sub presiune, cu conditii speciale de calitate. STAS 115o2-8o recomandă oțelul slab aliat cu Mn o9 Mn16 și oțelul microaliat RV52, conținînd o,o5...o,o7% V, care favorizează apariția unor precipitate de carburi submicroscopice dispersate în grăunți cristalini, mărind astfel mult rezistența materialului, chiar concentrații foarte mici de carbon, care favorizează o bună sudabilitate. Mai există mărcile R55 și R58, de oțeluri carbon.

- Table de otel cu granulatie fină, pentru constructii sudate. STAS 9o21-8o precizează mărci de tipul OCS 44, OCS 52, OCS 58 . 3 a (... 7a), elaborate pe aceleași baze ca și categoria precedentă. ./.

Cifrele din marcă precizează rezistența, exprimată în daN/mm^2 și evident, grupa de garanții suplimentare.

- Sîrme de otel pentru sudare. STAS 1126-8o prevede mărci de oțeluri carbon și aliate, fabricate sub formă de sîrmă calibrată, eventual cuprată, folosită ca metal de adaos la sudarea sub strat de flux și în mediu protector de gaze. Exemple de mărci: S1o, S12 Mn2, S1o Mn1 Ni1, S12Mo Cr 17o. Primele cifre reprezintă sutimi de procent de carbon, iar celelalte-procente ale elementelor de aliere Dacă se precizează doar conținutul ultimului element chimic din marcă, atunci cifrele reprezintă zecimi de procent (caz întîlnit la sîrmele de oțeluri inoxidabile).

- Oteluri pentru constructii navale. STAS 8324-8o precizează mărcile: E, A și D, respectiv E 32 (A 32, D 32) și E 36 (A 36 și D 36), destinate elementelor portante sudate ale navelor fluviale sau maritime. Cifrele sînt similare cu cele de la mărcile OL 32, OL 5o etc. Simboluri vechi: N 32, N 37 etc.

- Oteluri pentru bandaje de roți de vehicule pentru calea ferată. STAS 112-8o recomandă mărcile de oțel V (L, LV, LD), pentru bandajele roților de vagoane, locomotive cu aburi și locomotive Diesel.

- Otel fosforos pentru piulițe (STAS 24oo-67) (fabricat pînă în 198o) conține fosfor în cantități mai mari, precizate în mărci în sutimi de procente, de ex. OP 25. Acestea favorizează desprinderea mai ușoară a așchiilor, esențială la filetarea piulițelor cu ajutorul tarozilor.

- Otel electrotehnic cu grăunti orientati. STAS 11526-8o prevede mărcile: Fe M 89 - 27, Fe M 97 - 3o și Fe M 111 - 35, Primele cifre arată pierderile specifice la magnetizare în mW/kg, în condiții - standard alè inducției magnetice, iar al doilea grup de cifre exprimă grosimea nominală a tablelor (pentru tole), în sutimi de mm.

- Table si benzi electrotehnice cu grăunti neorientati. STAS 115o8 - 8o prevede mărci de tipul TEM 43, TEM 45, TEM 47 sau BEM 43 etc., pentru table și respectiv benzi. Cifrele indică rezistența la rupere, în daN/mm^2.

La sfîrșitul simbolului putem întîlni grupaje de tipul CO, C3, C5, care indică tipul izolației existentă eventual pe suprafața tablei. CO indică lipsa izolației C3 indică o izolație organică, iar C5 - o izolație anorganică, deosebit de rezistentă la temperaturi ridicate (pînă la 9oo°C).

./.

Pînă în 198o, oţelurile electrotehnice, sub formă de tablă silicioasă pentru maşini electrice, se simbolizează în sistemul: E II - 1,5 sau E III - 2,o în care după majuscula E urma un simbol al gradului de aliere cu Si, apoi valoarea pierderilor la magnetizarea în anumite condiţii.

a.3. Oţeluri cu destinaţie specială.

Unele standarde prevăd condiţii speciale de calitate pentru anumite materiale, destinate unor anumite maşini, instalaţii sau elemente de construcţii metalice.

Există standarde care precizează mărci de:

- oţeluri pentru autoturisme "Dacia 13oo", de exemplu mărcile: 12 Mo Cr 1o X, 16 CrMn 2, asimilate după licenţele franceze;
- table groase de oţel pentru podurile şi viaductele peste Borcea şi Dunăre, de exemplu mărci de tipul OL 37 BD, OL 52 BD etc., despre importanţa calităţii cărora, evident, nu trebuie să mai insistăm.

b. Oţeluri turnate (de construcţie).

In această categorie intră oţeluri nealiate sau aliate destinate turnării pieselor de diferite tipuri. Ele se grupează astfel :

- Oţel turnat în piese (STAS 6oo-82). Simbol OT 4oo, 45o, 5oo, 55o, 6oo (T oţel turnat, cifrele indică rezistenţa la tracţiune în N/mm^2).
- Oţel aliat pentru construcţii de maşini turnat în piese (STAS 1773-76).
- Oţel rezistent la uzură. Oţel austenitic manganos turnat în piese (STAS 3718-63).
- Oţel aliat refractar şi anticoroziv turnat în piese (STAS 6855-78).

Ultimile trei grupe de oţeluri sînt oţeluri aliate cu proprietăţi deosebite, realizate prin aliere. Elementele de aliere sînt aceleaşi ca la oţelurile aliate deformate la cald. Simbolizarea se face în mod similar ca la acestea, însă apare în faţa simbolului litera T - turnat. Exemple: T3o3MnSi12 , T4oMn11, T1o5Mn12o, T75Cr28o , T1oMnTiMoNiCr17o. Simboluri vechi : T35M14, T75C28o etc.

2.1.5.2. Oţeluri pentru scule

In această categorie intră oţelurile aliate sau nealiate, destinate fabricării sculelor folosite în diverse domenii de

./.

activitate: scule aşchietoare (cuţite de strung, freze, burghie etc.), scule pentru deformare la cald sau la rece (matriţe, ştanţe etc.), scule pentru industria lemnului (topoare, dălţi, ciocane, etc.), scule pentru industria uşoară (ace de cusut, ace de tricotat, foarfeci etc.), scule pentru industria alimentară (cuţite, valţuri) şi altele.

Aceste materiale trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- să aibă duritate mai mare decît cea a materialului prelucrat, pentru a rezista la uzură;
- să-şi menţină duritatea la temperaturi cît mai ridicate;
- să aibă un preţ de cost cît mai scăzut.

Destinaţia acestor oţeluri este precizată în standarde mai general sau mai precis, în corelaţie cu compoziţia chimică şi proprietăţile mecanice şi chimice.

In această grupă intră oţeluri întrebuinţate la confecţionarea sculelor din diverse domenii ale economiei şi anume:

- Oţel carbon pentru scule (STAS 17oo-8o). Acestea sînt oţeluri cu conţinut mare de carbon (o,7 % şi cu cel mai scăzut preţ de cost dintre toate oţelurile de scule, ceea ce le face foarte folosite. Simbol OSC 7 . . . OSC 13 (S- oţel de scule, C = carbon, cifrele indică conţinutul de carbon în zecimi de procent).

Atenţie ! A nu se confunda cu mărcile OCS 44, OCS 52 etc.

- Oţeluri aliate pentru scule (STAS 3611-88). Acestea sînt oţeluri aliate cu crom, vanadiu, wolfram, siliciu, mangan şi molibden, elemente care împreună cu carbonul dau carburi dure, ceea ce conferă duritate mare materialului.

Exemple de mărci: 1OVMoCr52, 155MoCr115, 2o5Cr115. Se remarcă acelaşi mod de simbolizare ca la oţelurile aliate de construcţie.

In mărcile de pînă în 1988, în simboluri nu apăreau în faţă numere. De exemplu: Cr 12O, CrSi 14 etc.

- Oţeluri rapide pentru scule (STAS 7382-8o) sînt oţeluri înalt aliate cu cobalt, molibden sau wolfram şi au proprietatea că îşi păstrează duritatea pînă la temperaturi înalte, ceea ce

./.

permite realizarea unor viteze de aşchiere mari.

Simbol: Rp - rapid, cifrele indică ordinea din STAS). Rp1, Rp3, Rp5, Rp9, Rp10.

Simboluri vechi: RK5o, RW18o, R18, RMo5o etc. Se remarcă în toate cazurile majuscula R în faţa simbolului.

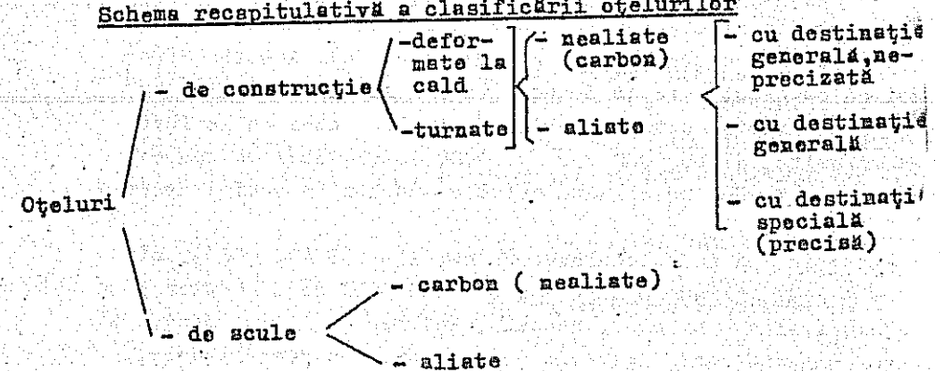
Alte tipuri de oţeluri pentru scule.

Pînă în 198o se mai fabricau şi alte oţeluri de scule, ca de exemplu :

- Oţeluri pentru pile (STAS 1669-68). Simbol OSP 6 - OSP 14 (P - pile, cifrele indică conţinutul de carbon în zecimi de procent);

- Oţeluri pentru scule destinate prelucrării materialelor nemetalice etc. Simbol OSL 1 ... OSL 5 (L -simbol , cifrele indică ordinea din STAS). Ele pot fi oţeluri carbon sau înalt aliate cu crom.

Schema recapitulativă a clasificării oţelurilor



2.2. Materiale metalice neferoase

Materialele metalice neferoase folosite în industrie sînt metale neferoase şi aliajele lor. Materialele neferoase sînt foarte numeroase însă utilizate mai frecvent în practică sînt: cuprul, aluminiul, magneziul, zincul, cromul, nichelul, plumbul şi aliajele acestora. Proprietăţile acestor materiale sînt foarte variate, întîlnindu-se la ele proprietăţi foarte utile în practică cum ar fi: conductivitate electrică ridicată, conductibilitate termică bună, rezistenţă la coroziune, greutate specifică mică, sau dimpotrivă mare, fuzibilitate şi fluiditate mari etc.

In industrie se folosesc însă, într-o măsură mai redusă, deoarece prezintă preţ de cost mai ridicat decît cel al fontelor şi oţelurilor obignuite.

./.

2.2.1. Clasificarea materialelor metalice neferoase.

Din marea varietate de materiale metalice neferoase numai cele mai uzuale au fost standardizate. In ceea ce urmează se vor indica pe scurt metalele şi aliajele cele mai folosite, grupate pe baza compoziţiei chimice sau a proprietăţilor mecanice.

In toate simbolurile, în prezent concentraţiile elementelor componente sînt precizate în procente.

a) Cupru şi aliaje pe bază de cupru

Din această categorie de materiale fac parte:

- Cuprul (STAS 27o-8o).

Exemple de mărci: Cu 99,97; Cu 99,95; Cu 99,95 K; Cu 99,9 Cu 99,5.

- Alame deformabile (STAS 95-8o). Alamele sînt aliaje ale cuprului cu zincul. Simboluri: CuZn28, CuZn4o etc. Alamele cu mai mult de 8o% Cu se mai numesc şi tombacuri. Simboluri vechi: Am63, alamă cu 63% Cu, rest Zinc, Am X 3 (alamă specială -X, cifra indică ordinea din STAS).

- Alamă turnată în blocuri şi piese (STAS 199-8o).

Aceasta este o alamă destinată turnării pieselor. Simboluri: CuZn1oPb, CuZn4oMn3Fe etc. Simboluri vechi: AmT59 (T - turnat, cifrele indică conţinutul de cupru în procente); AmXT4.

Bronzurile sînt aliaje cu bune proprietăţi antifricţiune. Ele sînt de mai multe feluri:

- Bronzuri cu staniu deformabil (STAS 93-76) sau turnat STAS 197-76) este un aliaj al Cu cu Sn, putînd conţine şi alte elemente, ca Pb, Al, Zn, Fe, Mn şi altele. Exemple de mărci: CuZn12, CuSn14, sau respectiv CuSn1oZn2, CuSn6Zn4Pb4 etc. Simbolurile mai vechi erau de tipul Bz6, Bz14, Bz14T (turnat) etc.

- Bronzul de Al. turnat (STAS 198-76) sau deformabil (STAS 2o3-75) este un aliaj al Cu cu Al şi eventual conţinînd şi alte elemente.

Exemple de mărci: Cu Al 9 T, Cu Al 1o Fe 3 T şi respectiv CuAl5.

Simboluri vechi: BzAl9T, BzAl5, BzAl8FeT.

- Bronzul cu Pb (STAS 1512 - 76) poate înlocui în unele cazuri bronzul cu Sn turnat. Exemple de mărci: CuPb25, CuPb1o Sn1o, CuPb7Sn7Zn3 etc. Simboluri vechi: BzSnPb15, BzXPb27 (X - " special"; conţine şi Zn).

- Aliajele Cu - Ni - Zn (STAS 1o96 - 74) se numesc "alpac

Au proprietăţi mecanice bune, o bună deformabilitate şi o relativ bună stabilitate chimică. Se nichelează şi se argintează uşor, căpătînd calităţi decorative deosebite. Exemplu de notare : Cu55Ni18Zn. Simbol vechi: APC55-18.

b) Aluminiul şi aliajele de aluminiu

- Aluminiu tehnic primar (STAS 76o7-72). Simbol: Al 99,8 (aluminiu tehnic cu puritate 99,8%) etc.

- Aliaje de aluminiu deformabile (STAS 76o8-71). Acestea sînt aliaje ale aluminiului cu unul sau mai multe elemente (Mn, Mg, Si, Zn, Cu, Ni, Ti, etc.). Simbolul lor conţine literele Al şi simbolurile chimice ale elementelor respective urmate de cifre care indică conţinutul lor mediu în procente, în cazul celor mai importante dintre ele. Exemple: AlMn1, AlMg1, AlSi5, AlSiMgMn; AlZn4Mg3Cu etc.

- Aliaje de aluminiu turnate în piese (STAS 7o1-8o). Sînt aliaje foarte diferite ca compoziţie, conţinînd ca elemente de aliere Cu, Mg, Ni, Si, Zn, P, Fe, etc. Simbol: ATN (pentru aliaje turnate în forme nepermanente), ATC (pentru cele recomandate pentru turnarea în cochilă) sau ATP (pentru turnare sub presiune), urmate de simbolurile elementelor chimice şi cifre, ca la toate aliajele neferoase, reprezentînd procentele acestor elemente.

Exemple: ATNCu4MgTi; ATPSi5Cu1; ATCMg3Si etc.

In simbolurile vechi nu se precizează metoda de turnare.

c) Aliaje antifricţiune pe bază de Sn, de Pb, de Al. (STAS 2o2-73). Aceste aliaje au proprietăţi bune antifricţiune şi sînt utilizate la construcţia cuzineţilor şi lagărelor. Simbol Y - Sn 83 (aliaje antifricţiune Y, pe bază de Sn 83%, în rest el mai conţine Sb şi Cu) Y-Pb Sn 1o (aliaj antifricţiune pe bază de Pb cu 1o% Sn; în rest mai conţine şi Sb 15%).

d) Aliaje de lipit

Acestea servesc în calitate de metale de adaos pentru lipirea metalelor. Există o gamă foarte largă de astfel de aliaje, dintre care cele mai răspîndite sînt cele pe bază de Sn şi Pb, (pentru "lipirea moale" cu temperaturi de topire sub 45o°C) sau cele de tipul alamelor, cu diverse adaosuri în vederea obţinerii unor anumite proprietăţi (pentru "lipirea tare", la temperaturi de peste 45o°C, numită şi "brazare").

Sînt standardizate aliajele de lipit pe bază de Sn şi Pb STAS 96-8o) şi aliajele Cu-Zn pentru lipit (STAS 2o4-77).

./.

Simbolizarea aliajelor de lipit este specifică, de tipul: B Pb84Sn Ag 295 - 3le, precizîndu-se după iniţiala generală B; natura şi procentajul elementului de bază, apoi simbolurile elementelor de aliere a acestuia, în ordine descrescătoare a conţinutului lor şi în sfîrşit, temperaturile liniilor lichidus şi respectiv solidus, exprimate în grade Celsius.

e) Zincul şi aliajele pe bază de zinc

Zincul se foloseşte în special pentru proprietăţile lui electrochimice, care conduc la o deosebită afinitate faţă de oxigen, utilizată ca factor activ în protecţia anticorozivă a unor piese din oţel, avînd suprafaţa zincată.

Aliajele de zinc (STAS 6925-77) se pretează pentru turnarea sub presiune, datorită temperaturii de topire de 4oo ... 5oo°C şi unei fluidităţi bune, combinate cu bune proprietăţi mecanice după solidificare. Exemple de mărci: ZnAl14T, ZnAl14Cu1T.

Denumire veche: Zamak (după unele mărci străine, folosite în trecut).

Schema recapitulativă a clasificării materialelor metalice neferoase (uzuale)

- Materiale metalice neferoase
  - metale tehnic pure
    - cuprul şi aliajele lui
      - cupru
      - alame şi tombacuri
      - bronzuri: - cu staniu; - cu plumb; - cu aluminiu
      - alte aliaje de cupru
    - aluminiul şi aliajele lui
  - aliaje
    - aliaje antifricţiune
    - aliaje de lipit: - pentru lipirea moale; - pentru lipirea tare
    - zincul şi aliajele lui
    - alte metale şi aliaje: - Ni, Si, Pb, Cr, Mn, Ag, Au, Pt, etc.; - aliaje ale acestora

SINTEZA SIMBOLIZARII

1. Materiale cu simbol conţinînd nr. de ordine din STAS

- fonte
  - FK o...5 fonte brute obişnuite
  - FX 1...7 fonte speciale
  - FAK o...4 fonte pentru afinare
  - FS 1,2 fonte siliciloase
  - FcAl, FmAl etc. fonte antifricţiune(cenuşii, maleabile etc.)
- oţeluri
  - RUL 1,2,2v oţel pentru rulmenţi;v-dezoxidaţi în vid
  - R_p 1...1o oţeluri rapide pentru scule
  - OSL 1...5 oţeluri pentru scule pentru materiale nemetalice

2. Materiale cu simbol conţinînd rezistenţa minimă la rupere prin tracţiune Rm $[N/mm^2] = [MPa]$

- fonte
  - Fc 1oo...4oo fonte cenuşii
  - Fma 35o... 7oo, Fmn, Fmp fonte maleabile albe, negre sau perlitice.
  - Fgn 37o - 17, Fgn 7oo-2,...fonte cu grafit nodular. Al doilea număr reprezintă alungirea specifică A [%] .
  - FcX 25o, FcX 3oo fonte turnate în piese pentru maşini unelte.
- Oţel carbon turnat în piese: OT 4oo,...OT 6oo.

3. Oţeluri cu simbol conţinînd rezistenţa minimă de rupere la tracţiune σ_r

$[Kgf/mm^2] \cong [daN/mm^2]$

- OL 32 ...7o oţel de uz general pentru construcţii
- RCA 37, RCB 42,... oţeluri rezistente la coroziune atmosferică RCB are P<o,o4 %
- OLT 35, oţeluri carbon pentru ţevi
- OB 37 oţeluri beton (carbon)
- PC 52, 56 oţeluri beton(microaliate)
- BEM 43, TEM 43,...benzi şi table pentru electrotehnică cu grăunţi neorientaţi
- R 37,...K 41... oţeluri destinate tablelor pentru cazane şi recipienţi sub presiune
  R - temperaturi scăzute
  K - temperaturi ridicate
- OCS 44,... oţeluri cu granulaţie fină pentru construcţii sudate

PRINCIPALELOR ALIAJE METALICE

4. Oţeluri de construcţie cu simbol precizînd conţinutul de carbon
   sutimi de procente
   - OLC 15...6o - oţeluri carbon de calitate
   - AUT 12...4o - oţeluri pentru automate
   - OLC 55A - oţeluri carbon pentru ARCURI
   - Oţeluri aliate de construcţie - conf.p.6.

5. Oţeluri de scule cu simbol precizînd conţinutul de carbon [zecimi de procente]
   - OSC 7...13 - oţeluri carbon pentru scule

6. Oţeluri aliate cu simbol precizînd conţinutul în elemente de aliere (dat în zecimi de procente, pentru elementul principal-ultimul)
   - 13CrNi 17-oţel aliat cu crom şi nichel, cu o,13%C şi 1,7% Ni.
   - 2Mo Ni Cr 175-oţel inoxidabil şi refractar aliat cu molibden nichel şi crom cu o,o2 %C şi 17,5 % crom.
   - 1o Ti Ni Cr - 18o -oţel inoxidabil cu o,1o %C şi 18% cro
   - 4o Si 17A - oţeluri aliate pentru arcuri cu o,4o %C şi 1,7% Si (A-arcuri)
   - 12MoCr 17X - oţeluri aliate cu molibden şi crom pentru autoturisme Dacia 13oo cu o,12 %C şi 1,7 % crom
   - T1o5 Mn 12o - oţel aliat turnat în piese cu 1,o5% C şi 12% Mn (T-turnat)

7. Materiale cu simbol conţinînd elemente de aliere în procente
   - fonte - FrCr 1,5; Fr Si 5...fonte refractare aliate cu 1,5% Cr, sau 5% Si.

aliaje feroase
- Cu Zn 28, alamă (28 % Zn)
- Cu Sn 1o Zn 2, ...Bronz special cu zinc 2%
- ATP Si 5,... aliaj de Al pentru turnare sub presiune cu Si 5 %
- B Pb84 SnAg 295 -31o, aliaj de lipit pe bază de Pb 84%, Lichidus - 295°C - Solidus 31o°C.
- Cu Al 9T,...aliaj pe bază de Cu, turnat în piese
- Al Fe 2 Mg 3 Si 5,....aliaj pe bază de Al.
- Y Sn 83, ... aliaj antifricţiune cu Sn83 %, rest Sb

Capitolul 2

INSTRUMENTE PENTRU MASURARI GEOMETRICE

1.Noţiuni de bază

Prelucrarea pieselor prin diferite procedee de aşchiere asigură acestora forma, dimensiunile şi precizia dorită conform desenului de execuţie; aceste la rîndul său a fost conceput în aşa fel încît să se asigure în cele mai bune condiţiuni, îndeplinirea rolului funcţional al pieselor respective.

Piesele executate prezintă erori de prelucrare datorită imperfecţiunilor maşinilor, sculelor şi a instrumentelor de măsurare cu care însă pot funcţiona dacă dimensiunile lor au abateri mai mici decît cele admise.

Varietatea mare a formei suprafeţelor, cîmpul foarte larg de variaţie a mărimii dimensiunilor pieselor prelucrate prin aşchiere, cît şi gradul diferit de precizie cerut acestora a impus construcţia unor instrumente şi aparate de măsură foarte variate ca destinaţie, precizie şi valori limită ale dimensiunilor măsurate. Cu ajutorul acestora se măsoară piese prelucrată atît în faza finală cît şi în diverse faze de execuţie a acesteia,astfel încît, să fie evitată ieşirea dimensiunilor piesei din cîmpul de toleranţe admis, adică rebutarea acesteia.

2. Tema practică.

In cadrul lucrării de laborator studenţii vor studia construcţia şi utilizarea diverselor instrumente universale de măsură frecvent întîlnite în controlul dimensional, efectuînd măsurări de cote ale unor piese stabilite la indicaţia cadrelor didactice.

3. Instrumente de măsură folosite.

Se vor utiliza instrumente universale de măsură, frecvent întîlnite în măsurarea dimensiunilor pieselor: şublerul,micrometrul, comparatorul, raportorul universal, calibre.

3.1. Şublerul este instrumentul de măsură cel mai des folosit la măsurarea dimensiunilor liniare cum sînt lungimile, diametrele exterioare şi interioare etc. Construcţia şublerelor variază ca formă, dimensiuni şi ca precizie, dar au la bază acelaşi sistem care rezultă din figura 2.1., în care este prezentat şublerul normal şi din figura 2.2., în care este prezentat şublerul de adîncime.Precizia măsurării cu şublerul depinde uneori de modul

./.

cum a fost reglat şurubul de strîngere şi de aceea se impune o atenţie mărită în acest sens.

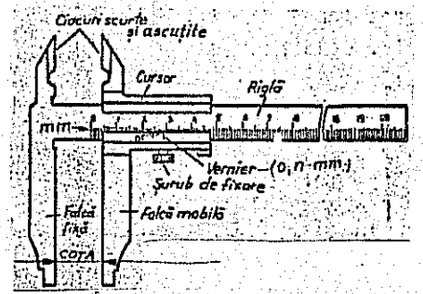


Fig. 2.1.Şubler normal

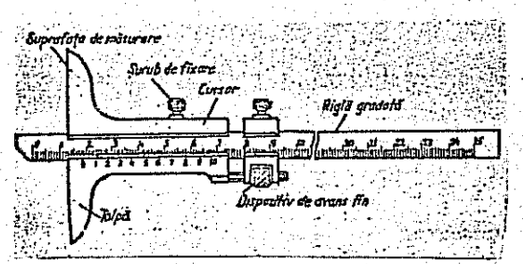
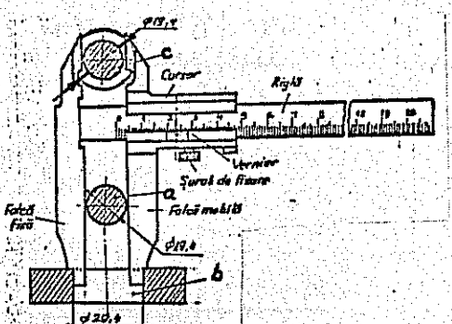


Fig.2.2. Şubler de adîncime

Cu şublerul obişnuit (fig.2.1.) se pot măsura dimensiuni exterioare (fig.2.3.a), dimensiuni interioare (fig.2.3.b) ce caracterizează suprafeţe relativ mari, iar cu ajutorul ciocurilor ascuţite se pot măsura dimensiuni caracteristice unor suprafeţe de referinţă înguste (aşa cum se arată în fig.2.3.c).

Fig.2.3. Măsurări cu şublerul: a)dimensiuni exterioare; b)dimensiuni interioare; c)dimensiuni caracteristice suprafeţelor de referinţă înguste.



Obs. la b.: La cota obişnuită se adaugă 10 mm (grosimea totală a ciocurilor).

O deosebită importanţă trebuie acordată poziţiei şublerului în timpul măsurării, erorare de măsurare fiind minimă atunci cînd rigla este perpendiculară pe axa piesei de măsurat, astfel ca fălcile şublerului să ia contact cu piesa pe toată lăţimea lor.

Precizia de măsurare a şublerului depinde de numărul de diviziuni în care este împărţită scala gradată a vernierului şi de lungimea acesteia. Se întîlnesc şublere al căror vernier are 10 diviziuni (fig.2.4.a) cu precizia de măsurare de 0,1 mm, sau 20 de diviziuni (fig.2.4.b) cu precizia de măsurare de 0,05 mm, sau chiar 50 de diviziuni (fig.2.4.c) cu precizia de măsurare de 0,02 mm.

./.

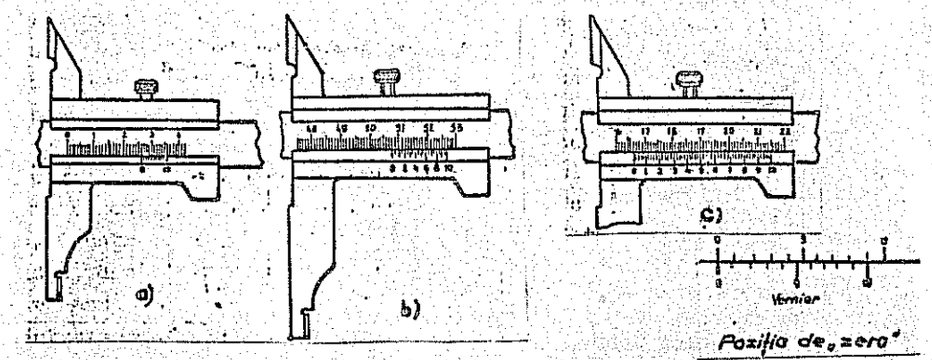


Fig. 2.4. Precizie de măsurare a șublerului:
a) precizie de 0,1 mm; b) precizie de 0,05 mm; c) precizie de 0,02 mm.

Modul cum se face citirea cotelor este prezentată în fig.2.5.

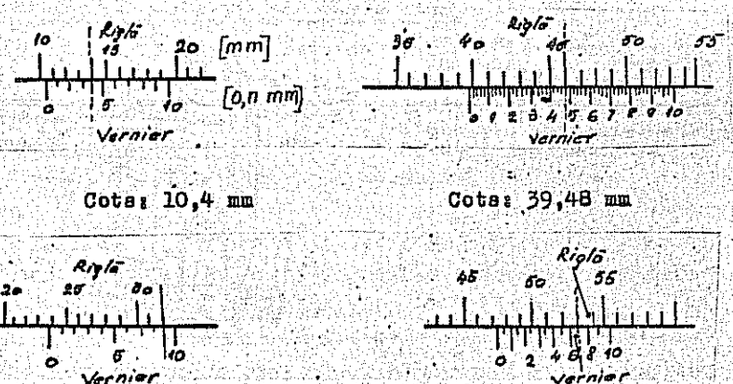


Fig. 2.5. Citirea cotelor pe șubler.

Vernierele șublerelor de adîncime sînt identice cu cele ale șublerelor normale, iar citirea se face în același mod.

Cu șublerul de adîncime se pot măsura comod adîncimile unor găuri (fig. 2.6.a), lungimi exterioare (fig.2.6.b), grosimea unor praguri (fig.2.6.c) etc.

./.

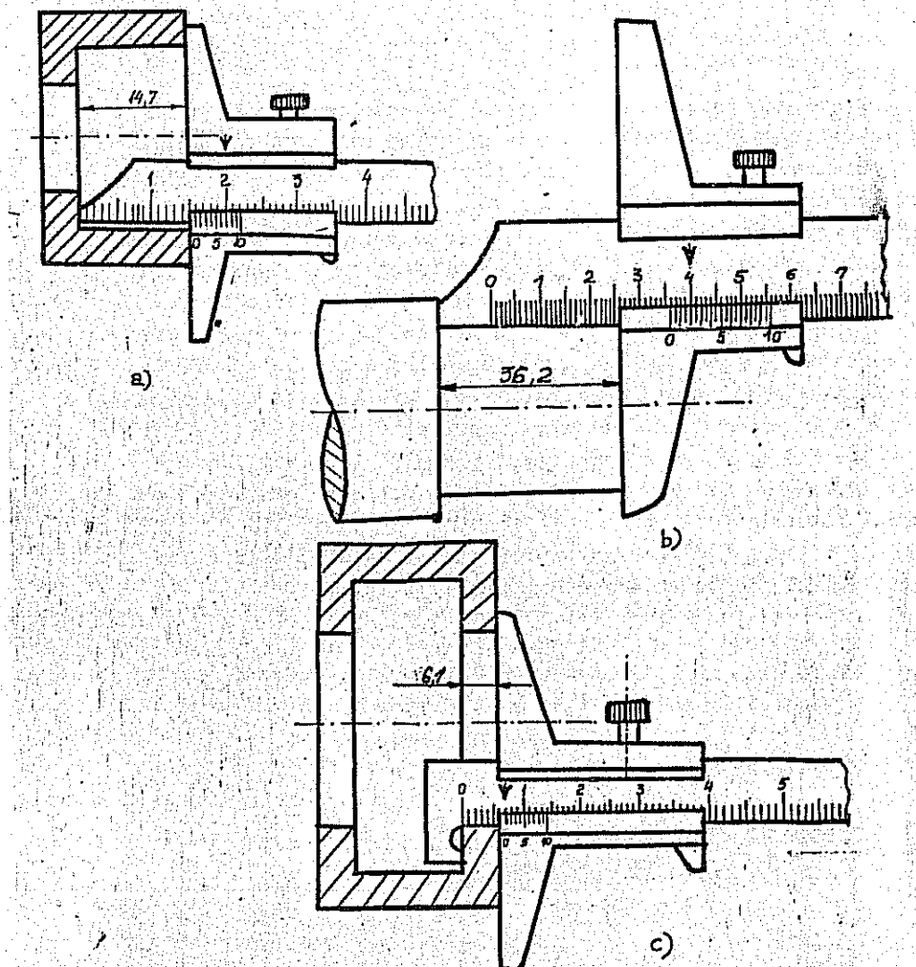


Fig.2.6. Măsurări cu șublerul de adîncime:
a) adîncimi de găuri; b)lungimi exterioare; c)grosimea unor praguri.

3.2.Micrometrul este un instrument de măsură cu ajutorul căruia se pot măsura dimensiunile liniare ale pieselor, cu o precizie de o,ol mm. Există micrometre pentru exterior, pentru interior, pentru măsurarea adîncimilor, sau pentru măsurarea grosimii unor pereţi.

Elementul caracteristic tuturor micrometrelor este şurubul micrometric, executat foarte precis şi avînd pasul de o,5 mm.

Micrometrul pentru exterior (2.7.) se execută numai pentru măsurarea unui domeniu relativ mic de dimensiuni: o÷25 mm, 25-5o mm, 5o-75 mm etc., din cauza dificultăţilor ce apar la execuţia precisă a şurubului micrometric de lungime mare. Părţile componente sînt: potcoava 1, la capătul căreia este fixat un braţ cilindric 2, în care se roteşte tija filetată 4 şi o nicovală 3. Tamburul 5 este solidar cu tija şurubului micrometric, avînd o porţiune conică gradată în 5o diviziuni (o diviziune este echivalentă cu o,ol mm). Protejarea micrometrului împotriva unor forţe mari de strîngere este asigurată dacă pentru rotirea tamburului 5 se acţionează asupra rozetei 6, iar blocarea tijei 4 în poziţia dorită se face cu ajutorul inelului 7.

Micrometrul pentru interior poate fi de două tipuri: cu fălci (fig.2.8) şi micrometrul tip vergea (fig.2.9).

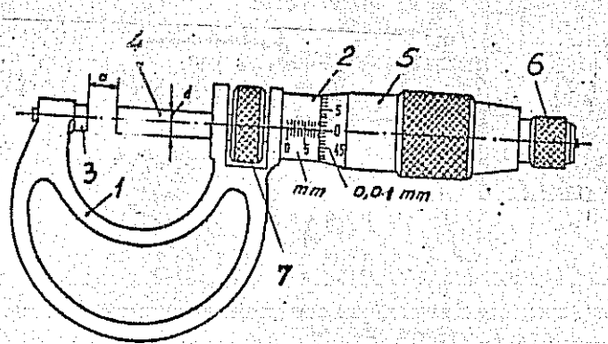


Fig.2.7.Micrometrul pentru exterior

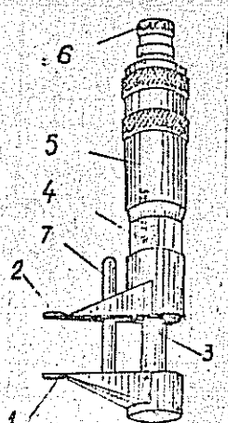


Fig.2.8.Micrometrul cu făloi.

Micrometrul cu fălci este destinat măsurării dimensiunilor relativ mici, cuprinse între 5 şi 3o mm.

Fălcile 1 şi 2 sînt asemănătoare cu cele ale unui şubler,

./.

cu deosebirea că falca 1 este mobilă şi solidară cu tija 3 a micrometrului. Cilindrul gradat 4 şi tamburul 5, împreună cu dispozitivul 6 pentru limitarea efortului de rotire sînt asemănătoare cu cele ale micrometrului pentru exterior.

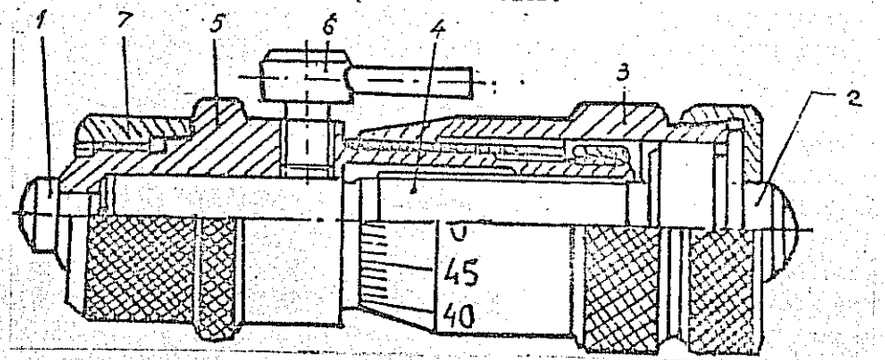


Fig. 2.9.Micrometrul tip vergea.

Micrometrul tip vergea este astfel construit încît cele două capete 1 şi 2, care materializează şi suprafeţele active de măsurare, se pot apropia sau depărta unul de celălalt, prin rotirea tamburului 3 şi a şurubului micrometric 4 faţă de corpul 5, solidar cu cilindrul gradat. Cu ajutorul acestui micrometru se măsoară alezaje cu diametre mai mari de 3o mm. Pentru diametre mai mari de 75 mm se foloseşte acelaşi micrometru de bază, la care se ataşează un prelungitor, în locul piuliţei de protecţie 7.

Foarte importantă este poziţia acestui tip de micrometru în timpul măsurării (fig. 2.1o).

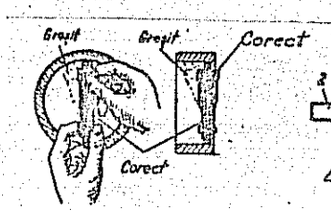


Fig. 2.1o
Măsurarea cu micrometrul tip vergea.

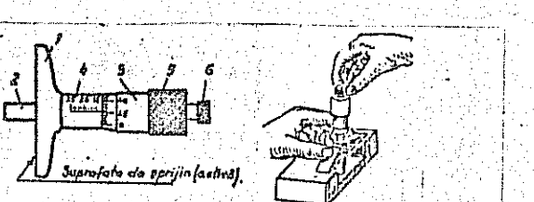


Fig. 2.11
Micrometrul de adîncime: a) construcţie; b) poziţia în timpul măsurării.

Micrometrul de adîncime(fig. 2.11)este asemănător cu şublerul de adîncime,numai că are precizia de măsurare de o,ol mm, citirea cotelor făcîndu-se ca la folosirea micrometrului obişnuit.

Pentru măsurarea dimensiunilor mai mari de 25 mm se schimbă tija 2 a micrometrului cu o altă tijă de lungime corespunzătoare(în trusa micrometrului se găsesc 2 sau 3 tije necesare în vederea acoperirii gamei de dimensiuni 25-5o mm,5o-75 mm etc.).

In figura 2.12 se prezintă un alt tip de micrometru, destinat măsurării grosimii pereţilor.La acest tip,potcoava 1 are o formă specială,fiind prevăzută cu tija 2,în formă de butoiaş,pentru a permite realizarea unui contact punctiform între suprafeţele active de măsurare ale micrometrului şi suprafeţele pereţilor a căror grosime se măsoară.Celelalte elemente constructive sînt asemănătoare cu cele de la micrometrele prezentate anterior.

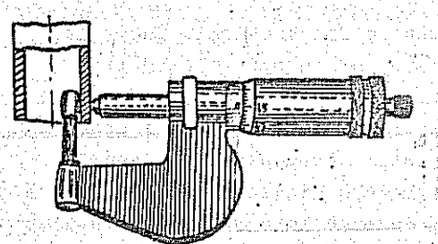


Fig. 2.12.
Micrometru pentru grosimi

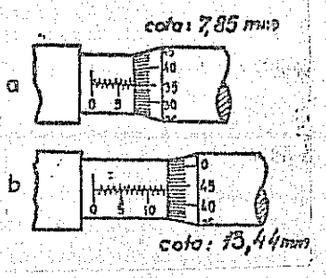


Fig. 2.13
Citirea cotelor cu ajutorul micrometrului pentru grosimi.

Citirea indicaţiilor micrometrului de face identic la toate tipurile de micrometre:pe cilindrul gradat este trasată o generatoare,iar de o parte şi de alta a acesteia sînt trasate o serie de diviziuni perpendiculare pe generatoare;diviziunile de sub generatoare reprezintă milimetrii,iar cele de deasupra ei reprezintă jumătăţi de milimetru.Cunoscînd că o diviziune de pe suprafaţa conică a tamburului are o,ol mm,modul cum se face citirea este prezentat în fig. 2.13.

3.3.Comparatorul este un instrument de măsurat cu ajutorul căruia se compară două dimensiuni liniare oarecare, de regulă o dimensiune efectivă a unei piese, cu o dimensiune etalon.

Părţile principale ale unui comparator sînt prezentate în fig. 2.14, în care se arată construcţia unui comparator obişnuit.

Mişcarea de translaţie a tijei comparatorului este transformată în mişcare de rotaţie cu ajutorul unui filet executat pe tijă, care angrenează cu o roată melcată. Mişcarea este apoi amplificată pînă la limba mare, cu ajutorul unor roţi dinţate.

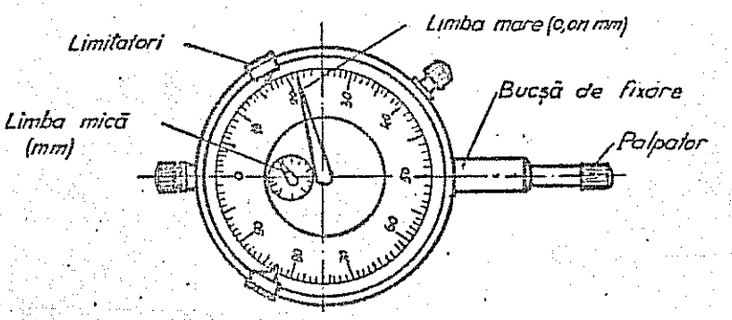


Fig. 2.14. Construcţia unui comparator.

Din punct de vedere al preciziei de măsurare comparatoarele sînt de două feluri: cu valoarea diviziunii de o,ol mm şi cu valoarea diviziunii de o,ool mm.

In vederea măsurării comparatorului se fixează într-un suport rigid. Cel mai des este folosit suportul prezentat în (fig. 2.15), format din placa 1 în care se fixează primul braţ 2 cu ajutorul unei piuliţe 3. Al doilea braţ 4 este asamblat cu primul prin intermediul unei brăţări elastice 6 şi are un capăt sferic, articulat în brăţara 5. In această brăţară se prinde bucşa de fixare a comparatorului 7.Rozeta 8 serveşte la blocarea brăţării 6.

3.4. Măsurarea unghiurilor.

In cele ce urmează se vor prezenta cîteva instrumente universale pentru măsurarea unghiurilor.

Se folosesc în mod frecvent, şabloane pentru verificat profilul ale unor filete şi scule de filetat: pentru filetat în ţoli-şablonul din fig. 2.16.a, pentru filetul cu profil pătrat-şablonul din fig. 2.16., pentru filetul cu profil trapezoidal-şablonul din fig. 2.16.c. De mai folosesc şi şabloane pentru măsurat raze de racordare.

./.

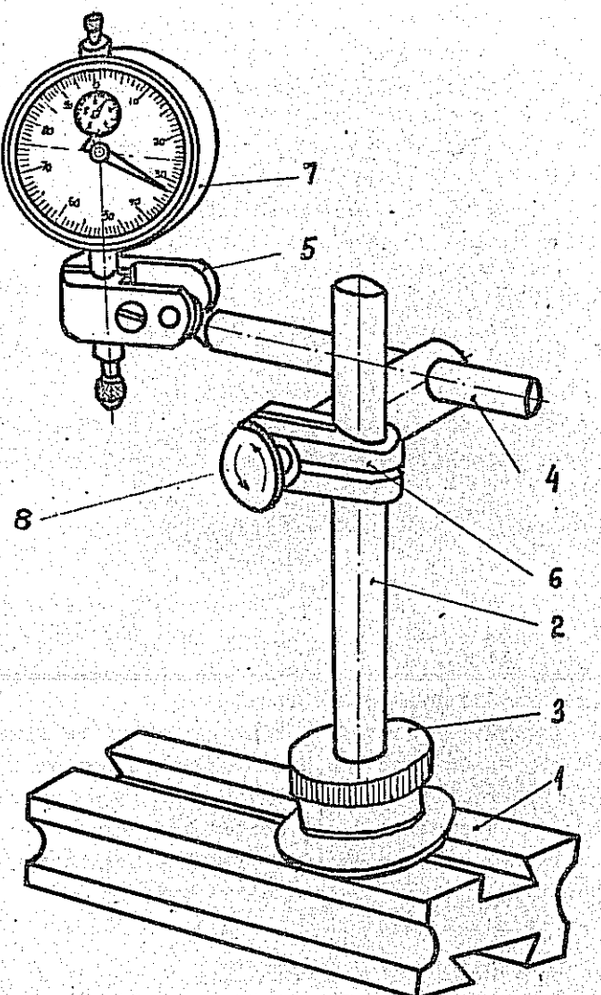


Fig. 2.15.Suportul comparatorului.

Raportorul universal se foloseşte foarte des la măsurarea unghiului dintre două suprafeţe. El se compune (fig. 2.17) din rigla de bază 1, solidară cu discul gradat 2, iar concentric cu acest disc se află un alt disc 3, solidar cu rigla 4 şi cu vernierul circular 5. Discul 3 se poate roti cu 360° şi poate fi blocat în orice poziţie, cu ajutorul şurubului 6; rigla 4 poate fi blocată cu ajutorul şurubului 7.

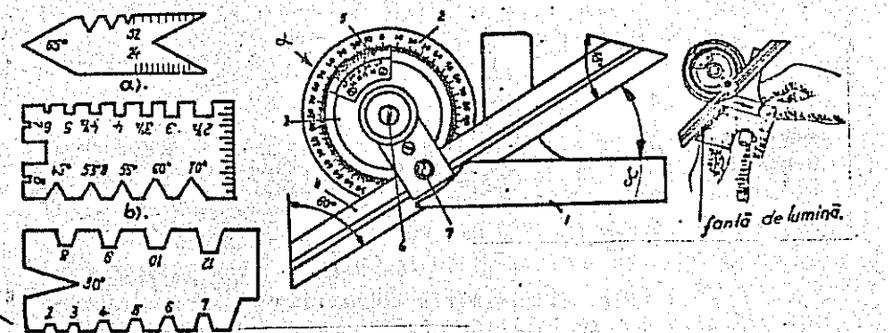


Fig. 2.16.Şabloane de profil:a)pentru filet în ţoli; b)profil pătrat; c)profil trapezoidal.

Fig. 2.17.Raportor universal

Fig. 2.18.Folosirea raportorului.

Pentru verificarea corectă a unghiurilor se recomandă ca suprafeţele piesei şi ale raportorului să fie bine curăţate. Măsurarea se bazează pe observarea vizuală a paralelismului laturilor unei fante de lumină ce ia naştere între suprafaţa activă a riglei raportorului şi suprafaţa de reazem a piesei (fig. 2.18).

Discul 2 este împărţit în 360 părţi (o diviziune fiind egală cu un grad) iar vernierul, gradat în ambele sensuri, are 12 diviziuni notate din trei în trei, cu cifrele 15,3o,45,60, rezultînd că o diviziune are valoarea de 5 minute.

Citirea unghiurilor măsurate cu raportorul este exemplificată în fig. 2.19.

Unele raportoare au un vizor optic, prevăzut cu un ocular şi un vernier optic. Ele se numesc „raportoare optice".

./.

BIBLIOTECA

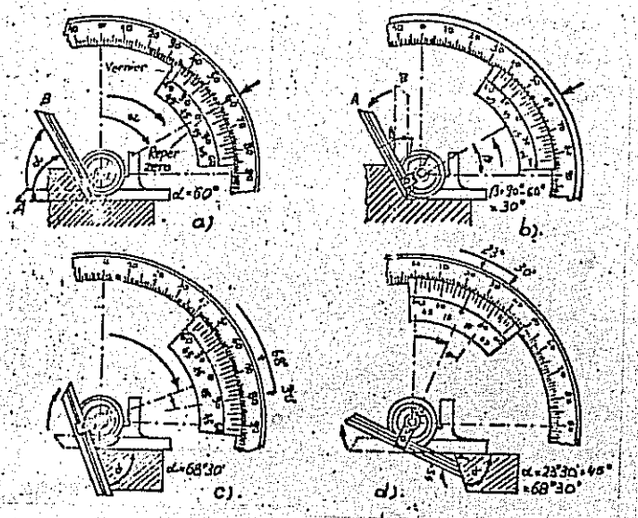


Fig. 2.19.Citirea unghiurilor.

3.5.Măsurarea elementelor caracteristice ale filetelor.

Elementele filetelor,care se măsoară în mod curent,sînt: pasul,diametrul exterior,diametrul interior,diametrul mediu,unghiul dintre suprafeţele flancurilor şi altele.

Verificarea pasului filetelor se face cu şublerul (fig. 2.2o.a)prin măsurarea lungimii peste un număr anumit de paşi, sau cu şablonul pentru filete(fig. 2.2o.b).

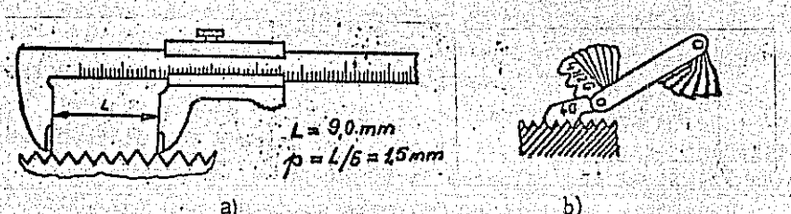


Fig. 2.2o,Verificarea pasului filetelor:
a)cu şublerul;b)cu şablonul.

Verificarea simultană a mai multor parametri ai filetelor se face mai ales în producţia de serie,cu ajutorul cali-

brelor rigide pentru filete.Pentru verificarea filetelor interioare se folosesc calibre tampon avînd corpul 1 şi două părţi active 2 şi 3 corespunzătoare părţii "trece" şi respectiv "nu trece" (fig. 2.21.b).

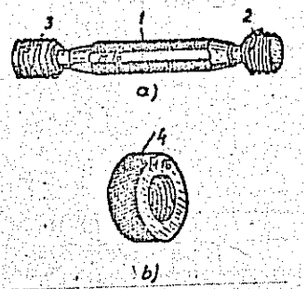


Fig. 2.21.Calibre:
a)tampon;b)inel.

Calibrul "trece" se înşurubează complet pe piesele corespunzătoare,iar calibrul "nu trece" trebuie să se blocheze după 1-2 spire.

Diametrul mediu al filetelor se poate măsura prin mai multe metode,cea mai rapidă dintre acestea foloseşte un micrometru de construcţie specială(fig. 2.22),la care elementele constructive 1,2,3,4,5 sînt identice cu cele ale unui micrometru normal, în schimb suprafeţele active de măsurare 6 şi 7 sînt realizate cu ajutorul a două adausuri profilate demontabile.In trusa micrometrului se găsesc diferite tipuri de adausuri,poziţiile 6, 7,8,9 şi 1o,adaptabile pentru măsurarea diferitelor tipuri de filet.

Poziţia adausurilor profilate în timpul măsurării este dată în fig. 2.23.Modul de citire este identic cu cel de la micrometrul normal.

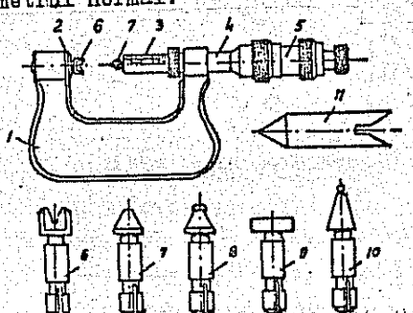


Fig. 2.22.Micrometrul pentru măsurarea diametrului mediu al filetelor.

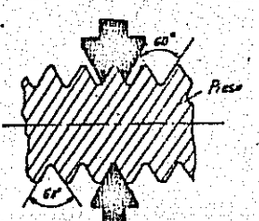


Fig. 2.23.Poziţia adausurilor profilate la măsurare.

4. Modul de lucru.

Studenţii vor studia toate tipurile de scule puse la dispoziţie existente în laborator şi-şi vor însuşi tehnica folosirii lor în măsurarea dimensiunilor pieselor, unghiurilor şi elementelor fileteler.

La indicaţia cadrelor didactice se vor efectua măsurări, conform schemelor de măsurare prezentate în figurile: 2.24 şi 2.25.

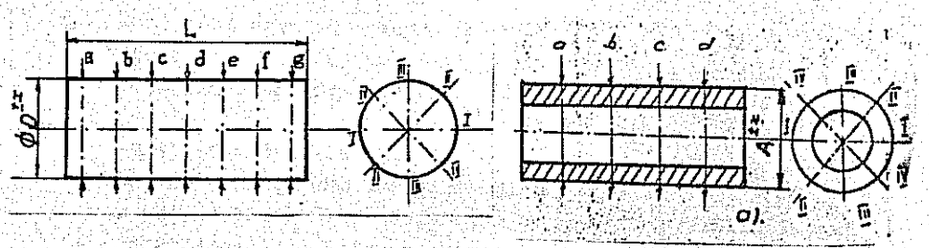


Fig. 2.24.Schema de măsurare în vederea determinării abaterilor de la forma cilindrică.

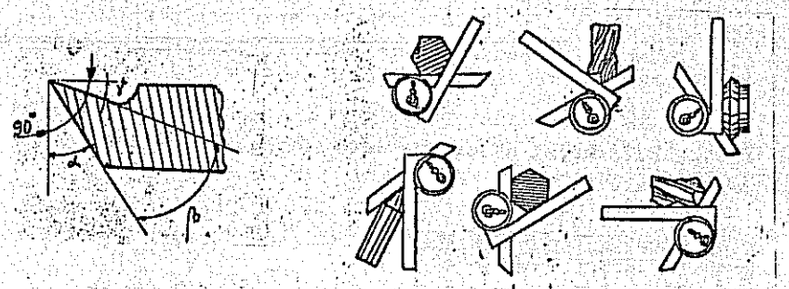


Fig. 2.25. Scheme de măsurare cu raportorul

Capitolul 3

COMPARAREA PROCEDEELOR DE OBTINERE SI PRELUCRARE A SEMIFABRICATELOR METALICE

1. Principalele procedee de obţinere a semifabricatelor metalice

Se numeşte semifabricat orice corp care urmează a mai suferi prelucrări înainte de a deveni o piesă finită, caracterizată printr-un ansamblu de proprietăţi definite pe desenul de execuţie al acestei.

Pe desenul de execuţie al oricărei piese, proiectantul îi precizează de regulă:

- denumirea;
- materialul;
- forma şi dimensiunile;
- precizia admisibilă în execuţie;
- rugozitatea suprafeţelor;
- eventuale proprietăţi speciale ale unora dintre suprafeţe;
- eventuale tratamente termice sau de altă natură, obligatorii în scopul obţinerii acestor proprietăţi.

Toate aceste elemente au profunde implicaţii tehnologice, determinînd direct structura procesului de fabricaţie a oricărei piese.

Făcînd abstracţie de particularităţile tehnologice specifice ale fiecărui material metalic în parte, semifabricatele metalice se pot executa prin următoarele procedee generale principale:

- turnare - fig.3.1.
- deformare plastică:
  - laminare - fig.3.2.
  - forjare - liberă - fig.3.3.
    - matriţare - fig.3.4.
  - tragere - fig.3.5.
  - extruziune - fig.3.6.
  - deformarea plastică a tablelor - fig.3.7.
    - a ţevilor şi profilelor-fig.3.8.
  - presare şi sinterizare din pulberi - fig.3.9.
  - sudare - prin topire - fig.3.10.
    - prin presiune - fig.3.11.
  - tăiere - prin forfecare - fig.3.12.
    - termică - fig.3.13.
  - alte procedee

Fiecare dintre procedeele de obţinere şi prelucrare a semifabricatelor sînt caracterizate atît de avantaje cît şi de dezavantaj-

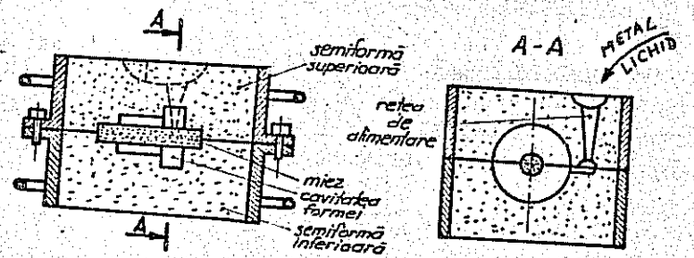


Fig. 3.1

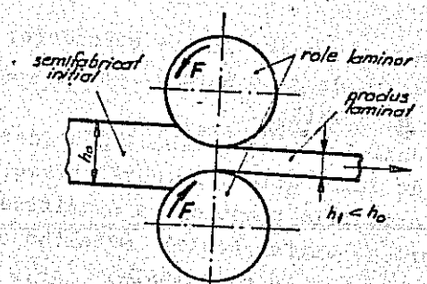


Fig. 3.2

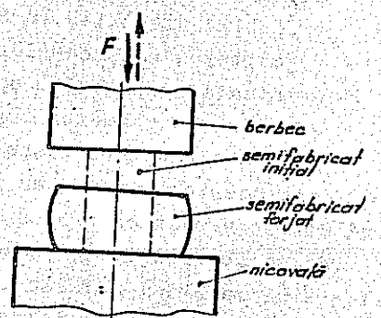


Fig. 3.3

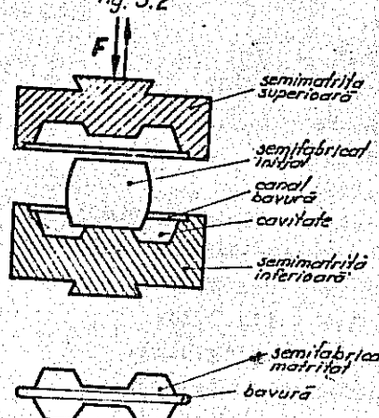


Fig. 3.4

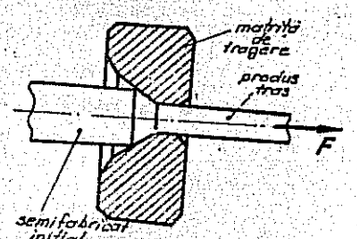


Fig. 3.5

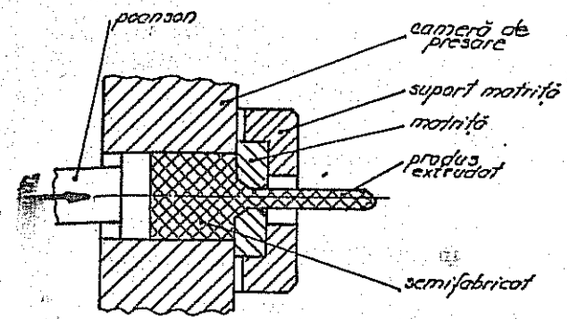


Fig. 3.6

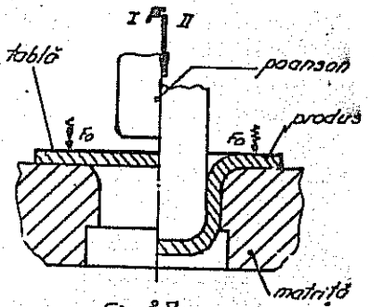
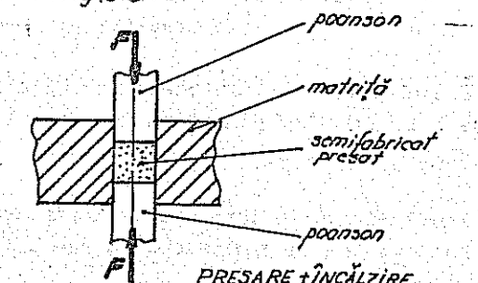


Fig. 3.7



PRESARE + ÎNCĂLZIRE

Fig. 3.9

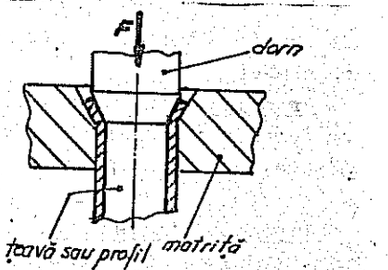


Fig. 3.8

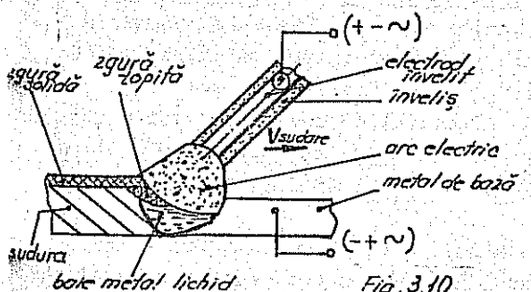


Fig. 3.10

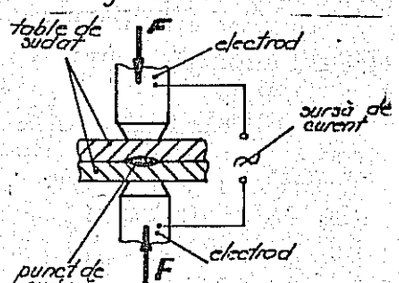


Fig. 3.11

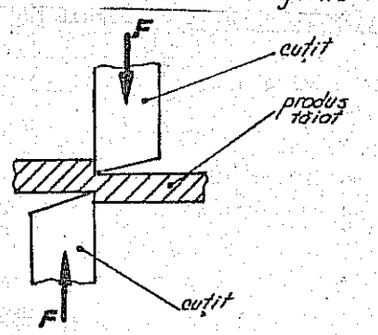


Fig. 3.12

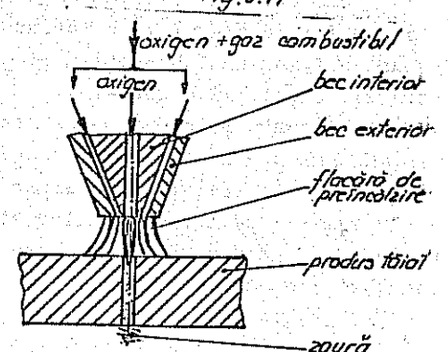


Fig. 3.13

diferite, din diverse puncte de vedere diferite, cum ar fi: precizia maximă posibilă de obţinut, rugozitatea minimă, pierderi minime de material, productivitate maximă, costuri minime de fabricaţie etc.

Adesea, unui semifabricat i se aplică succesiv mai multe tipuri de prelucrări, în vederea obţinerii succesive a tuturor caracteristicilor piesei finite.

LUCRAREA NR.1

2. Compararea procedeelor din punctul de vedere al preciziei dimensionale.

2.1. Noţiuni de bază

In orice proces de fabricaţie există erori, admise între anumite limite. Cu cît erorile sînt mai mari, precizia produselor scade.

Precizia unui produs reflectă măsura în care acesta se apropie de un complex de condiţii impuse lui, privind: dimensiunile, forma, structura, rugozitatea suprafeţelor, proprietăţile mecanice, chimice etc.

Precizia dimensională reflectă măsura în care produsul (în caz particular-piesa) se apropie de un complex de dimensiuni impuse iniţial prin cotele prevăzute pe desenul de execuţie.

La orice cotă distingem următoarele valori admise de proiectant: valoarea nominală (teoretică), valoarea maximă şi valoarea minimă.

Diferenţa dintre valoarea maximă admisă şi valoarea nominală se numeşte abatere superioară, iar diferenţa între valoarea minimă admisă şi cea nominală se numeşte abatere inferioară.

Ambele pot fi pozitive, sau negative, în caz particular una dintre abateri putînd fi nulă şi atunci nu se mai scrie explicit pe desen. De exemplu: $45^{-0,2}_{-0,5}$; $45^{+0,5}_{+0,2}$; $45^{}_{-0,02}$; $45^{+0,3}_{}$. Toate valorile sînt date în mm.

Dacă alături de valoarea nominală a cotei nu sînt prevăzute nici un fel de abateri, se subînţelege că acea cotă este liberă, adică nu are o importanţă deosebită şi abaterile ei sînt de regulă mai mari (stabilite prin STAS 2300-75).

Diferenţa între valoarea maximă admisă a unei cote şi valoarea minimă admisă a acesteia se numeşte toleranţă.

Evident, aceasta are valoare pozitivă.

Valorile dimensiunilor şi abaterilor efective de la cotele nominale se determină prin măsurare cu ajutorul instrumentelor de măsurări geometrice.

Se constată că, practic, cu cît o dimensiune este mai mare, abaterile efective de la cota nominală se obţin mai mari, ca urmare a probabilităţii mai mari de însumare a unor diverse erori. Pentru a se putea compara diverse dimensiuni din punctul de vedere al preciziei se foloseşte ca unitate etalon de măsură, o aşa numită unitate de toleranţă, care are o valoare cu atît mai mare, cu cît dimensiunile la care se referă sînt mai mari.

La recomandarea Organizaţiei Internaţionale de Standardizare (ISO), în RSR ca şi în numeroase alte state, se admite valoarea „unităţii internaţionale de toleranţă" i_{ISO} ca fiind dată de relaţia:

$$i_{ISO} = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001\,D \quad [\mu m] \qquad (3.1)$$

în care cota D se introduce în mm, fiind valoarea mediei geometrice a dimensiunilor extreme ale unor intervale stabilite prin standard.

Valorile unităţii de toleranţă

Tabelul 3.1.

Interval mm	6-18	18-30	30-150	50-65	65-80	80-100	100-120	120-140	140-160
i_{ISO} um	0,99	1,3	1,56	1,79	1,95	2,1	2,26	2,4	2,54

Pentru a nu obliga pe cei interesaţi la efectuarea permanentă a numeroase calcule, orice dimensiune nominală se încadrează într-un interval, pentru care, în standarde se dau direct valorile abaterilor superioare şi inferioare admise astfel încît la o anumită treaptă de precizie (simbolizată printr-un număr) pentru fiecare grupă de dimensiuni toleranţa să fie practic constantă, aşa cum se arată în tabelul Nr.3.2.

Sistemul ISO admite 18 trepte de precizie, simbolizată prin numerele: 01, 0, 1, 2, 3, ...16, în care precizia descreşte (toleranţa creşte).

Tabelul nr.3.2.

Numărul treptei	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Numărul de unităţi i_{ISO} de toleranţă	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000

Pentru compararea preciziei semifabricatelor obţinute prin unele metode foarte utilizate (de exemplu prin turnare sau prin forjare liberă sau matriţare) există standarde care prevăd împărţirea semifabricatelor în 3-5 clase de precizie, în funcţie de procedeul de

obţinere şi de dimensiuni. Pentru fiecare clasă se prevăd toleranţe ca şi valoarea adaosurilor de prelucrare ce urmează a fi îndepărtate ulterior, în scopul obţinerii piesei finite.

La o aceeaşi toleranţă , a unei cote, poziţiile abaterilor (superioară şi respectiv inferioară)pot fi plasate simultan la valori mai mari sau mai mici, astfel încît, admiţînd o piesă cu dimensiuni date (de exemplu un ax) o a doua, piesă conjugată acesteia (de exemplu o bucşă) să se poată îmbina cu prima mai lejer („cu joc") sau mai fix („cu strîngere") sînt standardizate în acest scop aşa-numite sisteme de ajustaje, simbolizate prin litere, alături de cifrele ce reprezintă precizia, de exemplu: h7, H9, d11, U7 ş.a.

Literele majusoule se referă la dimensiuni de găuri (suprafeţe interioare) iar cele minuscule se referă la dimensiuni de suprafeţe exterioare.

In standarde sînt date tabelar toate elementele prezentate mai sus.

2.2. Tema practică : Determinarea abaterilor şi preciziei dimensionale a semifabricatelor şi pieselor. Compararea procedeelor de obţinere a semifabricatelor, din punctul de vedere al preciziei dimensionale.

2.3. Modul de lucru

Fiecare student primeşte o piesă finită şi semifabricate ale acesteia, în diverse faze, ca şi instrumente pentru măsurări geometrice. Pentru fiecare piesă şi semifabricat, se precizează printr-o inscripţie, următoarele elemente:

- denumirea piesei;
- materialul ;
- procedeele de obţinere şi prelucrare.

Studenţii întocmesc cîte o schiţă sumară a semifabricatelor şi pieselor finite, din care să rezulte forma acestora şi dimensiunile de gabarit.

La indicaţia cadrelor didactice se vor preciza 4 suprafeţe ale semifabricatelor şi pieselor, ce urmează a fi măsurate de mai multe ori, în diferite zone. Două din acestea vor fi brute iar două prelucrate prin aşchiere. (v. Fig. 2.24)

Cotele definitorii ale suprafeţelor indicate se vor măsura atît pe toate semifabricatele existente cît şi pe piesa finită, detaliindu-se în mai multe vederi sau secţiuni parţiale rezultatele măsurătorilor efectuate în diversele zone. Cotele măsurate se notează pe desen, în mm.

2.4. Prelucrarea rezultatelor

Cotele determinate prin măsurători şi notate detaliat pe desene se vor centraliza într-un tabel individual, al fiecărui student ca în exemplul din tabelul nr.3.3

Tabelul nr.3.3

Tabel de rezultate individuale

Nr. crt.	Tipul suprafeţei, procedeul de obţinere, tipul cotei	Valori măsurate M [mm]	Cota nominală [mm]	i_{ISO} [µm]	Diferenţa maximă $\Delta_M = M_{max} - M_{min.}$ [µm]	Numărul de unităţi K_I
o.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Cilindrică, turnare, diametru	2o,7 2o,1 19,5 19,9 18,9	2o	$o,45\sqrt[3]{23,3}+$ $+o,oo1\cdot 23,3$ $i_1 \cong 1,313$ µm	2o7oo- -189oo ΔM_1= 1800 µm	$K_1 = \frac{\Delta M_1}{i_1} =$ $= \frac{1800}{1,313} =$ =137o
2.	Plană, turnare, distanţă	13,2 13,o 13,8 13,5 12,8	13	$o,45\cdot\sqrt[3]{1o,4}$ $+o,oo1\cdot 1o,4=$ $i_2 \cong 1$ µm	13800- 12800 ΔM_2=1ooo µm	$K_2 = \frac{\Delta M_2}{i_2} =$ =.i
3.	Plană, aşchiere, grosime	similar	---	---	ΔM_3	K_3 = ...
4.	Cilindrică aşchiere, adîncime	similar	---	---	ΔM_4	K_4 = ...

Se va calcula raportul:

$$\eta_P = \frac{K_3+K_4}{K_1+K_2} \cdot 1oo \quad [\%] \qquad (3.2)$$

reprezentînd precizia relativă a procedeului de semifabricare, avînd la numitor suma numărului de unităţi de toleranţă ale celor două suprafeţe brute iar la numărător suma numărului de unităţi de toleranţă ale celor două suprafeţe prelucrate prin aşchiere.

Acest raport arată măsura în care precizia piesei în faza de semifabricat se apropie de cea necesară în faza finală(de montaj), depinzînd în primul rînd de procedeele de realizare a semifabricatelor.

Cu datele şi rezultatele deţinute de fiecare dintre studenţii subgrupei de lucru, prin schimb de informaţii, studenţii vor întocmi următorul tabel:

Tabelul nr.3.4

TABEL CENTRALIZATOR

Nr. crt.	Numele şi prenumele	Material	Procedeu semifabricare	$K_1 + K_2$	K_3+K_4	η_p
	- - - - - - - - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- -

Se va întocmi apoi un „clasament" al procedeelor, în care, pe primul loc să fie plasat procedeul cu valoarea cea mai mare, fiind urmat în ordine, de procedeele ce sînt caracterizate de precizii relative din ce în ce mai mici.

In cazul în care acelaşi procedeu apare la mai multe poziţii în ierarhizare, lista se va reface, considerîndu-se o poziţie unică a procedeului în funcţie de valoarea medie a valorilor η_p din prima listă.

2.5. Comentarii şi concluzii

Studenţii vor comenta individual listele obţinute, arătînd părerile personale legate de acestea.

Se vor aprecia treptele de precizie în care se încadrează cotele măsurate.

Se vor arăta eventuale alte metode de a evalua comparativ precizia ce caracterizează diferite procedee de obţinere a semifabricatelor.

Se va face legătura cu cunoştinţele dobîndite la cursuri, la alte lucrări de laborator şi în practica productivă efectuată anterior în calitate de elev şi student.

LUCRAREA NR.2

3. Compararea procedeelor de semifabricare din punctul de vedere al rugozităţii suprafeţelor obţinute

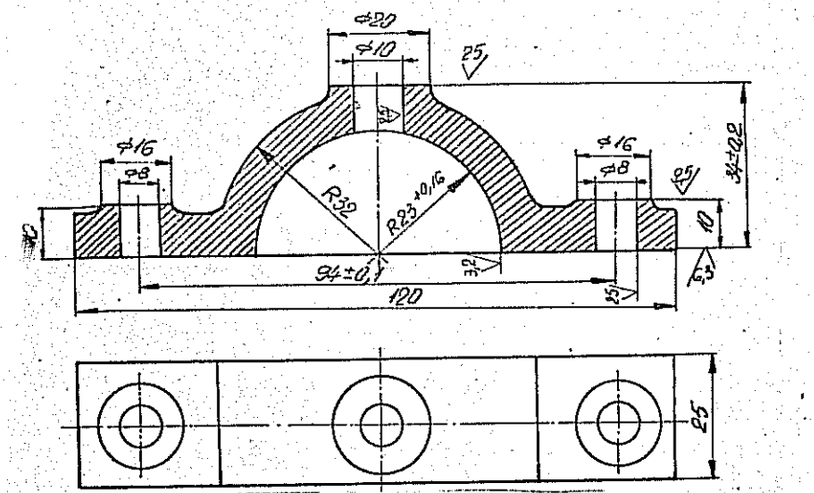
3.1. Noţiuni de bază

Prin rugozitatea suprafeţelor se înţelege ansamblul microneregularităţilor acestora, evaluate într-un anumit mod.

Există mai multe sisteme de evaluare, cel mai folosit fiind sistemul M, care admite mai multe criterii de evaluare: Ra, Rz, R_{max}.

De regulă, pe desenele de execuţie se notează rugozitatea după criteriul R_a, aşa cum este exemplificat în desenele din fig.3.14. şi 3.15.

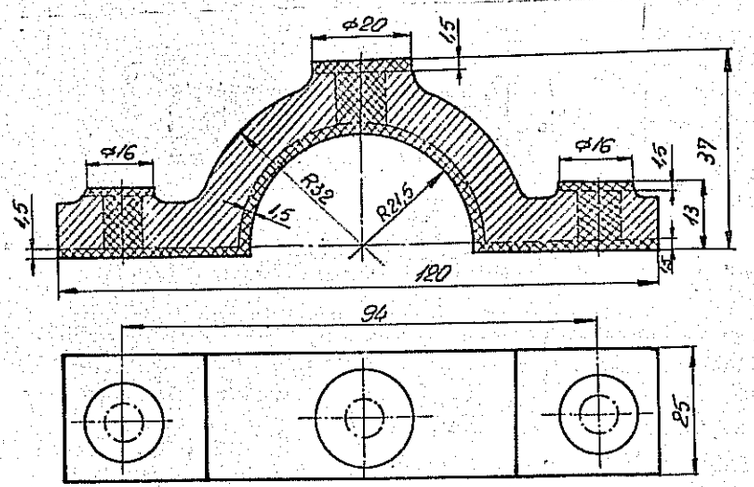
Rugozitatea R_a este definită în fig.3.16. ca medie aritmetică a asperităţilor profilului unei secţiuni normale pe o suprafaţă,



Rozele necotate R3

CAPAC LAGAR
Fc 250

Fig. 3.14



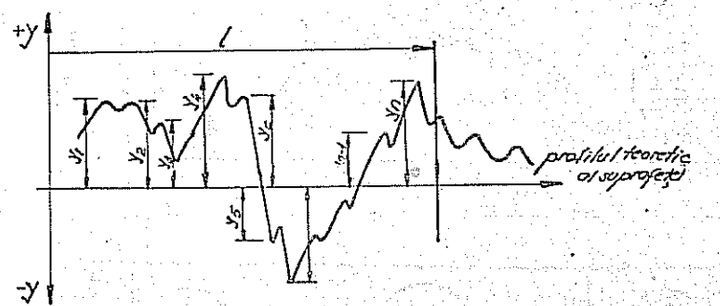
Rozele necotate R3

CAPAC LAGĂR
semifabricat

Fig. 3.15

în limitele unei lungimi de referinţă l. Aceasta poate avea una dintre valorile şirului:

l = o,o8 ; o,25; o,8; 2,5; 8



Ra - abaterea medie aritmetică a profilului

$$Ra = \frac{|y_1|+|y_2|+\ldots\ldots+|y_n|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n}|y_i|}{n} \quad [\mu m] \qquad (3.3)$$

l = 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8 mm

Fig.3.16.

In fig.3.17. se dau exemple asupra modului de notare pe desene a rugozităţii R_a. {Uzual $R_a \in \{0,2;\ 0,4;\ 0,8;\ 1,6;\ 3,2;\ 6,3;\ 12,5;\ 25;\ 50;\ 100;\ 200.\}$

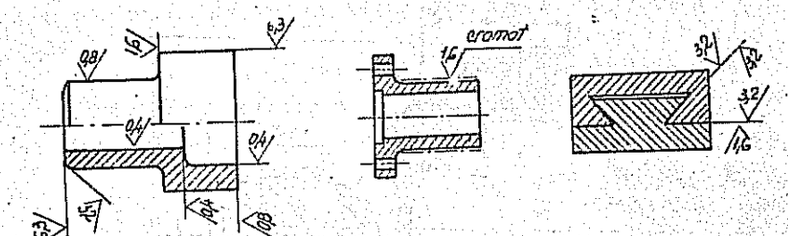


Fig. 3.17

Rugozitatea suprafeţelor are o importanţă deosebită în funcţionarea pieselor mobile ce se mişcă reciproc, în sensul că o rugozitate mare conduce de cele mai multe ori la uzuri premature ale suprafeţelor şi funcţionări necorespunzătoare a îmbinărilor mobile.

3.2. Tema practică

Observarea rugozităţii pieselor şi semifabricatelor şi compararea procedeelor de semifabricare din punctul de vedere al rugozităţii posibile de obţinut.

3.3. Modul de lucru

Fiecare student primeşte o piesă finită şi semifabricate ale acesteia (aceleaşi de la lucrarea nr.1.), observînd atent microgeometria diferitelor suprafeţe ale acestora, în comparaţie cu microgeometria unor suprafeţe etalon, pe care sînt notate valorile rugozităţii R_a.

Pentru un studiu mai amănunţit, unele suprafeţe se vor studia şi cu ajutorul unui microscop stereoscopic, examinarea făcîndu-se prin plasarea suprafeţei de studiat la circa 2o mm de obiectivul microscopului.

Se vor completa desenele întocmite la lucrarea nr.1, cu notarea corespunzătoare a rugozităţii R_a a suprafeţelor (v.fig.3.14. 3.15, şi 3.17.).

3.4. Prelucrarea rezultatelor

Valorile rugozităţii R_a maxime şi minime constatate se vor centraliza într-un tabel individual, după cum urmează:

Tabelul nr. 3.5

Tabelul rugozităţilor piesei

____(denumirea) obţinută prin (procedeul ...)

Nr. crt.	Suprafeţe brute	Suprafeţe prelucrate
1.	$R_{ab}^{min.}$ = [μm]	R_{ap}^{min} = [μm]
2.	$R_{ab}^{max.}$ = [μm]	$R_{ap}^{max.}$ = [μm]
3.	Media rugozităţii: $R_{ab}^{med.} = \frac{R_{ab}^{min.} + R_{ab}^{max.}}{2} = \ldots$ (3.4)	$R_{ap}^{med} = \frac{R_{ap}^{min.} + R_{ap}^{max.}}{2} = \ldots$ (4')

Se calculează apoi raportul rugozităţilor medii

$$\eta_R = \frac{R_{ap}^{med}}{R_{ab}^{med}} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (3.5)$$

Acest raport exprimă capacitatea procedeului de realizare a semifabricatului, de a obţine rugozitatea necesară în final suprafeţelor piesei finite.

Făcînd schimb de informaţii, studenţii subgrupei vor întocmi un tabel centralizator conform modelului din tabelul nr.3.6

Tabelul nr.3.6.

Tabel centralizator al rugozităţilor

Nr. crt.	Numele studenţilor	Procedeele	$R_{ab}^{med.}$	$R_{ap}^{med.}$	η_R	Observaţ
-	-	-	-	-	-	-

Cu datele din tabelul 3.6 fiecare student va alcătui o listă de ierarhizare a procedeelor, începînd cu valoarea maximă şi continuînd cu procedeele cu valoarea descrescîndă.

Dacă se constată că, în lista astfel alcătuită, un acelaşi procedeu ocupă mai multe poziţii, se va întocmi o listă de ierarhizare corectată, în care locul procedeului va fi determinat de media valorilor η_R din lista precedentă.

3.5. Interpretarea rezultatelor

Din listele întocmite, studenţii vor trage concluzii privind procedeele cele mai avantajoase pentru obţinerea unor piese cu rugozităţi minime, făcînd aprecieri calitative asupra acestor procedee.

Se vor imagina individual şi alte metodici de a se compara diferite procedee de obţinere a semifabricatelor, din punctul de vedere al rugozităţii suprafeţelor obţinute.

LUCRAREA NR.3

4. Compararea procedeelor din punctul de vedere al coeficientului de utilizare a materialului

4.1. Noţiuni de bază

Pe parcursul oricărui proces tehnologic de fabricaţie a unei piese, materialul suferă prelucrări care îi modifică forma şi dimensiunile.

De cele mai multe ori, aceste modificări conduc la micşorarea volumului semifabricatului, pe măsură ce acesta se apropie de forma şi dimensiunile piesei finite.

In consecinţă, cu foarte puţine excepţii (care constituie de fapt cazuri ideale) masa semifabricatului m_s este mai mare decît masa piesei m_p.

Surplusul de material al semifabricatului faţă de piesa finită este necesar datorită imposibilităţii tehnice de a realiza dintr-odată

piesa finită, la dimensiunile, forma, precizia şi rugozitatea dorită şi deci obligativităţii apropierii treptate a acestor parametri ai semifabricatului de cei prevăzuţi pe desenul piesei finite.

Această apropiere se realizează prin prelucrări succesive în care se înlătură surplusul de material al semifabricatului, numit adaos de prelucrare sau adaos tehnologic, după cum este el determinat: fie de necesităţile prelucrărilor necesare pentru obţinerea unei anumite precizii a elementelor piesei finite, fie de restricţiile specifice procedeului de obţinere a semifabricatului.

Adaosurile de prelucrare sînt întotdeauna îndepărtate din semifabricat, în timp ce unele adaosuri tehnologice pot rămîne neprelucrate şi înglobate în piesa finită fiind prevăzute încă din faza de concepţie a piesei de către proiectantul acesteia.

Astfel de adaosuri sînt de exemplu bosajele Ø 16 şi Ø 20 din fig.3.14, avînd rolul tehnologic de a permite accesul uşor al sculelor în apropierea suprafeţelor de prelucrat prin frezare plană (în afară de rolul funcţional de a permite rezemarea corectă a unor piuliţe sau capete de şuruburi), sau de asemenea, razele de racordare de pe acelaşi desen, obligatorii pentru prevenirea fisurării la cald a semifabricatelor în zonele respective, în timpul răcirii şi contracţiei semifabricatelor turnate.

Adaosurile ce se îndepărtează (de obicei prin aşchiere) se pun în evidenţă pe desenele semifabricatelor şi pe desenele tehnologice, prin haşurare dublă şi cotarea lor, aşa cum se exemplifică în fig.3.15.

Pe aceste desene, conturul proiecţiilor piesei finite în zonele cu adaos de prelucrare se trasează cu linie-punct subţire.

Cu cît procedeele de obţinere a semifabricatului asigură o precizie mai bună a acestuia, cu atît acele procedee sînt mai avantajoase din punctul de vedere al inutilităţii prelucrărilor ulterioare, în care se pierde materialul corespunzător adaosurilor de prelucrare.

Se defineşte un COEFICIENT DE UTILIZARE A MATERIALULUI ca fiind raportul

$$\eta_m = \frac{m_p}{m_s} \cdot 100 \ [\%] , \qquad (3.6)$$

în care m_p este masa piesei finite, iar m_s este masa semifabricatului.

Cu cît acesta este mai mare, la un anumit procedeu de semifabricare, cu atît pierderile provenite din necesitatea prelucrărilor semifabricatului sînt mai mici, deci procedeul este mai avantajos.

4.2. Tema practică

Determinarea coeficientului de utilizare a materialului la diferite procedee şi tipuri de piese. Compararea procedeelor de obţinere a semifabricatelor din punctul de vedere al coeficientului de utilizare a materialului.

4.3. Mod ul de lucru

Fiecare student primeşte o piesă şi semifabricate ale acesteia, executînd o schiţă a piesei şi cîte o schiţă a semifabricatelor. Se vor defini prin cote, elementele piesei şi semifabricatului supus prelucrărilor prin aşchiere, precizîndu-se adaosurile de prelucrare, ca în fig.3.15.

Se notează: denumirea piesei, materialul şi procedeele de obţinere a diverselor etape ale procesului de semifabricare.

Se cîntăresc atît piesele, cît şi semifabricatele, notîndu-se masele lor.

Se calculează valoarea coeficientului η_m. Cînd există mai multe semifabricate, se va lua în considerare masa semifabricatului iniţial.

Folosind figurile 3.1....3.13. şi planşele din laborator, se execută schiţa procedeului de obţinere a semifabricatului iniţial şi schemele de obţinere a eventualelor semifabricate intermediare.

4.4. Rezultatele măsurătorilor şi prelucrarea acestora

Cu ajutorul rezultatelor celorlalţi colegi din subgrupă, fiecare student va întocmi un tabel, conform modelului următor:

Tabelul nr.3.7

Centralizarea valorilor coeficientului de utilizare a materialului

Nr. crt.	Material	Procedeu semifabricare	Adaos de prelucrare max, [mm]	m_p [Kg]	m_s [Kg]	η_m [%]

Ca şi în cazul primelor două lucrări, se va întocmi o listă de ierarhizare a procedeelor după valorile descrescătoare a coeficientului de utilizare a materialului.

Pentru cazurile cînd acelaşi procedeu conduce în cazul prelucrării aceleiaşi grupe de material (de ex. oţel) la coeficienţi diferiţi, se va întocmi o listă corectată, în care se va considera la procedeul respectiv valoarea medie obţinută în diversele cazuri:

$$\eta_m^{med} = \frac{\sum_{i=1}^{K} \eta_m^K}{K} \qquad (3.7)$$

4.5. Comentarea rezultatelor şi concluzii

Se vor face comentarii personale pe marginea lucrării, evidenţiindu-se mai ales corelaţia între coeficientul de utilizare a materialului şi costul produselor, ca şi cauzele ce determină valori limită ale coeficientului de utilizare a materialului.

5. Concluzii generale

Cu elementele obtinute la lucrările precedente, studenţii vor intocmi următorul tabel centralizator:

Tabelul nr. 3.8

Material	Procedee	$\eta_{P_{med}}$	$\eta_{R_{amed}}$	$\eta_{m_{med}}$	Poz.in clasamentul η_P	η_{R_a}	η_m	Observatii

Se va observa în ce măsură diferitele ierarhizări ale procedeelor de obţinere a semifabricatelor coincid sau sînt divergente.

Se va aprecia complexitatea problemei alegerii procedeelor optime de obţinere a semifabricatelor, arătîndu-se şi alte elemente care contribuie la această complexitate.

Se vor exprima părerile personale asupra metodelor de prelucrare optimă a materialelor, care să satisfacă un număr cît mai mare de criterii de optimizare, incluzînd între acestea: productivitate maximă, costuri minime şi altele.

CAPITOLUL 4

DETERMINAREA DURITATII MATERIALELOR METALICE

LUCRAREA Nr. 4

1. Noţiuni de bază

Se numeşte duritate, proprietatea unui material de a se opune la pătrunderea unui corp străin în suprafaţa sa.

Duritatea este o proprietate mecanică de cea mai mare importanţă deoarece în foarte multe cazuri, buna comportare în exploatare a unei piese şi durata ei de viaţă depind de duritatea materialului acestuia .

Au fost puse la punct mai multe metode de determinare a durităţii, dintre care unele, standardizate, sînt prezentate în cele ce urmează:

1.1. Metoda Brinell

Incercarea constă în apăsarea cu o anumită forţă, a unei bile de oţel de un anumit diametru, pe suprafaţa materialului de încercat, un anumit timp.

Notînd cu F [daN] forţa aplicată asupra bilei de diametru D [mm] şi cu S [mm^2] suprafaţa amprentei de diametru d [mm] (fig.4.1.), duritatea Brinell HB este dată de relaţia:

$$HB = \frac{F}{S} = \frac{2F}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)} \left[\frac{daN}{mm^2} \right] \qquad (4.1.)$$

Rezultatul se exprimă în unităţi convenţionale denumite unităţi Brinell.

Incercarea se aplică materialelor avînd duritatea mai mică de 450 unităţi Brinell. Pentru indicarea durităţii Brinell obţinută în condiţii normale (D = 10mm, F= 3000 daN, t=15s) se foloseşte simbolul HB (de exemplu 220HB). Pentru alte condiţii de lucru simbolul este completat printr-un indice reprezentînd condiţiile de încercare. Exemplu : 270HB 5/750/30 - înseamnă duritatea Brinell de 270 HB, determinată cu o bilă de D = 5mm şi o sarcină de 750 daN, aplicată timp de 30 s.

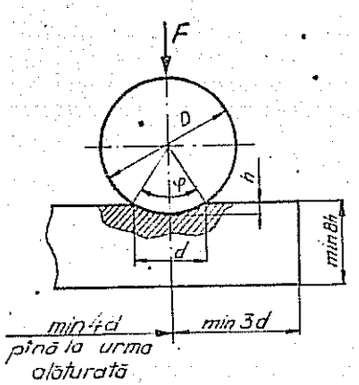


Fig.4.1.

Pentru a putea compara valorile durităţii Brinell stabilite cu bile şi sarcini de încărcare diferite este necesar să se păstreze o anumită similitudine geometrică, care este respectată dacă unghiul φ este identic la toate încercările. Deci, în cazul în care se efectuează diferite determinări cu sarcinile F_1, F_2,..., F_n şi bilele de diametru D_1, D_2,...,D_n, pentru unul şi acelaşi material se impune respectarea condiţiei:

$$\frac{F_1}{D_1^2} = \frac{F_2}{D_2^2} = ... = \boxed{\frac{F_n}{D_n^2} = const = K = \frac{F}{D^2}} \qquad (4.2.)$$

In caz contrar la încercarea durităţii cu bile de acelaşi diametru, dar cu forţe de diferite mărimi, se constată că odată cu creşterea forţei creşte şi valoarea durităţii determinate.

Constanta K, se numeşte grad de solicitare şi conform STAS 165-66, are valorile 30; 15; 10; 5; 2,5; 1.

Sarcinile de încercare, în funcţie de diametrul bilei şi de gradul de solicitare pentru oţel şi fontă sînt indicate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1

Scara simbolul	Bila D, mm	$K = \frac{F}{D^2}$	Sarcina daN	Timpul de menţinere, secunde	Domeniul de aplicare: Duritatea Brinell HB	Domeniul de aplicare: Grosimea minimă a piesei, mm	Domeniul de aplicare: Materiul
HB	10	30	3000	10...15	120...450	6,4	Oţel, fontă nefrafotă
HB 5/750/15	5		750			3,2	
HB 2,5/187,5/15	2,5		187,5			1,6	
HB 2/120/15	2		120			1,3	
HB 1/30/15	1		30			0,6	

Există relaţia: $h = \frac{F}{\pi . D . HB}$ [mm] (4.3.)

Suprafeţele de încercat trebuie prelucrate prin strunjire sau prin frezare, pentru determinările cu bile cu D > 2,5 mm, iar pentru bile cu D < 2,5 mm suprafeţele de încercat trebuie prelucrate prin rectificare.

Cunoscînd duritatea Brinell, putem calcula orientativ rezistenţa de rupere a unor materiale cu relaţia :

$$R = 3,34\ HB \left[N/mm^2 \right] \qquad (4.4.)$$

1.2. Metoda Rockwell

Spre deosebire de metodele Brinell şi Vickers, care determină duritatea ca raport dintre sarcina aplicată şi suprafaţa amprentei, metoda Rockwell constă în determinarea adîncimii urmei, faţă de un plan de referinţă convenţional ales.

Incercarea se execută prin apăsarea unui penetrator pe suprafaţa materialului de încercat, în trei faze. In prima fază piesa de încercat se aduce în contact cu penetratorul . Pentru a asigura un contact intim între penetrator şi piesă, penetratorul se apasă asupra piesei cu o sarcină iniţială F_0 (fig.4.2.a). Sub acţiunea acestei sarcini penetratorul pătrunde la o anumită adîncime în material (t_1). In faza a doua (fig.4.2.b.), asupra penetratorului se mai aplică o suprasarcină F_1 sub acţiunea căreia penetratorul pătrunde în piesă la adîncimea t_2 producînd deformarea elastică şi plastică a materialului . In faza a treia (fig.4.2.c.), se îndepărtează suprasarcina F_1 şi penetratorul se ridică pînă la o anumită poziţie (t_3) corespunzătoare deformaţiilor plastice produse în material. Diferenţa între poziţiile penetratorului între faza a treia şi întîia, notată în figură cu e ($e = t_3 - t_1$), caracterizează duritatea piesei. Duritatea Rockwell este dată de relaţia:

$$HR = E - e \quad [2\,\mu m,\ 1\,\mu m] \qquad (4.5.)$$

în care E este o constantă specifică procedeelor (v.tab.4.2.).

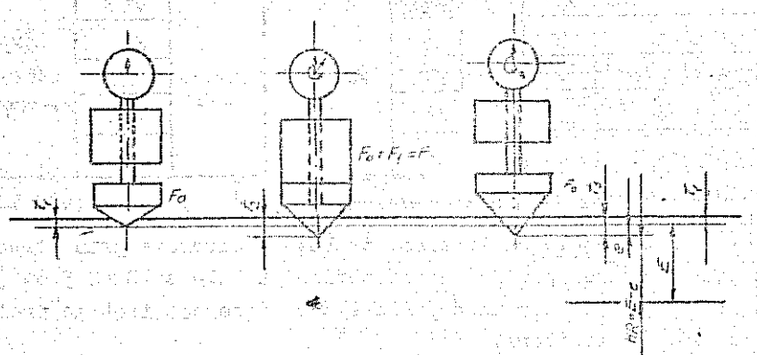


Fig.4.2.

In funcţie de scara de duritate utilizată, valorile F_0, F_1 şi E sînt diferite. Valorile standardizate pentru diferite scări de duritate şi domeniile de utilizare ale acestor scări sînt date în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2.

Scara duritaţii Rockwell	Penetrator	Sarcina iniţială Fo Kgf (daN)	Sarcina totală F=Fo+F1 Kgf (daN)	Constanta arbitrară E [mm]	Valoarea unităţii Rockwell [mm]	Domeniul de aplicare
C	con de diamant $\alpha = 120°$	10 ± 0,2 (98,7 ± 1,96)	150 ± 0,9 (147 ± 8,83)	0,20	0,002	30...60 HRC Oţeluri aliate, metale dure
B	Bilă din oţel sau carburi metalice ϕ 1,5875mm		100 ± 0,65 (980,7 ± 6,37)			54...10 HRB Oţeluri obişnuite nealiate, neferoase, table
T	Bilă din oţel sau carburi metalice ϕ 1,5875mm	3 ± 0,06 (29,42 ± 0,5)	15 ± 0,1 30 ± 0,2 45 ± 0,2	0,100	0,001	Duritatea superficială, materiale moi sau semidure, table cu S = 0,25...0,70mm
N	Con de diamant $\alpha = 120°$		(147,1 ± 0,98) (294,2 ± 1,96) (441,3 ± 2,94)			Duritate superficială, materiale semidure, table cu S = 0,15...0,70mm

ATENTIE! A se reţine valorile unităţilor de măsură şi sensul lor

Pentru indicarea durităţii Rockwell pe scările B şi C se foloseşte HR urmat de litera corespunzătoare scării respective (B sau C) astfel:

60HRC; 87HRB.

60 şi 87 fiind valorile durităţilor respective.

Incercările Rockwell pe scările B şi C se execută pe un număr de cel puţin 3 urme, dacă standardul de produs nu prevede alte condiţii, iar rezultatul se indică cu o precizie de 0,5 HR, deci valorile se rotunjesc la numere întregi.

Suprafeţele de încercat trebuie să fie netede şi lipsite de defecte sau porţiuni oxidate. Incercarea pe scările B şi C

se execută de regulă pe suprafeţe plane sau pe suprafeţe curbe cu diametrul mai mare de 25 mm. Grosimea piesei sau a stratului superficial de încercat trebuie să fie de cel puţin 8e. După încercare, suprafaţa opusă celei încercate nu trebuie să prezinte nici un fel de deformaţii datorate încercării.

1.3. Metoda Vickers

In principiu, această metodă constă în apăsarea lentă a unui penetrator pe materialul de încercat cu o anumită forţă. Penetratorul este fabricat din diamant şi are formă piramidală dreaptă cu baza pătrată, avînd unghiul diedru la vîrf al feţelor opuse ale piramidei, de $136^0 \pm 0{,}5^0$ (fig.4.3.)

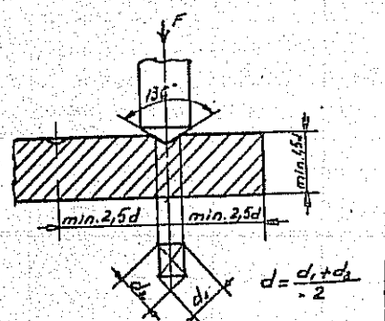


Fig.4.3.

Duritatea Vickers (HV) se exprimă prin raportul dintre sarcina de încărcare aplicată F [daN] şi aria suprafeţei laterale a urmei lăsate pe piesă A [mm^2], urma fiind considerată ca o piramidă dreaptă cu baza pătrată, cu diagonala d, avînd acelaşi unghi la vîrf ca şi penetratorul. Deci:

$$HV = \frac{F}{A} = \frac{2 \cdot F \cdot \sin 68^0}{d^2} \qquad (4.6.)$$

unde d este diagonala medie a urmei (v.fig.4.3.):

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \qquad (4.7.)$$

Pentru F exprimat în daN:

$$HV = 1891 \cdot \frac{F}{d^2} \quad \left[daN/mm^2\right] \qquad (4.8.)$$

iar pentru F exprimat în Kgf:

$$HV = 1{,}8544 \cdot \frac{F}{d^2} \quad \left[kgf/mm^2\right] \qquad (4.9.)$$

Sarcinile de încărcare uzuale pentru metoda Vickers sînt date în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3.

Kgf	1	2,5	3	5	10	20	30	50	100
N	9,8	24,5	29,4	49	98	196,1	294,2	491	981

Durata de aplicare a sarcinii de încercare pe suprafaţa piesei este de regulă de 10...15 s în cazul oţelurilor, de 30.... 55 s în cazul metalelor şi aliajelor neferoase şi de 120...125 s în cazul metalelor moi.

Pe baza diagonalei medii a amprentei d, exprimată în mm, se ia direct din tabelele ce însoţesc aparatul sau din STAS valoarea calculată a durităţii Vickers. Pînă la 25HV inclusiv duritatea Vickers se indică cu o precizie de 0,1 HV, iar cea peste 25HV se exprimă prin numere întregi.

Duritatea Vickers se determină pe un număr de cel puţin trei urme, dacă standardul de produs nu prevede altfel.

Notarea durităţii Vickers se face folosind simbolul HV urmat de un indice care reprezintă sarcina de încărcare, în Kgf, dacă aceasta diferă de sarcăna normală (30Kgf = 294 N) şi separat printr-o linie oblică, de un indice care reprezintă durata de menţinere a sarcinii, în secunde dacă aceasta diferă de durata normală de menţinere (10...15 s).

Exemple :

736 HV - duritatea Vickers măsurată sub o sarcină de 30 Kgf aplicată timp de 10...15 s.

736 HV 30/20 - duritatea Vickers măsurată sub o sarcină de 30 kgf aplicată timp de 20 s.

Suprafaţa examinată a piesei de încercat trebuie să fie uscată, curată şi lipsită de oxizi pe o distanţă minimă de 2,5·d de la centrul urmei. Grosimea piesei, a stratului de metal sau a stratului tratat, supus încercării, trebuie să fie de cel puţim 1,5·d în cazul metalelor şi aliajelor feroase dure şi de cel puţin 3·d în cazul metalelor şi aliajelor neferoase şi moi. La prelucrarea suprafeţei de încercat trebuie să se evite modificarea structurii starturilor superificale prin ecruisare sau încălzire.

1.4. Determinarea durităţii Brinell cu aparatul Poldi

Această metodă se aplică pentru măsurarea durităţii pieselor mari, deoarece prezintă avantajul utilizării unui aparat simplu, uşor, portabil, ceea ce elimină necesitatea prelevării unui eşantion din piesă. Se poate măsura duritatea diverselor materiale metalice ca fonte, oţeluri, metale şi aliaje neferoase, în stare naturală, recoaptă sau îmbunătăţită.

Metoda constă în apăsarea prin lovire a unei bile din oţel călit, simultan pe piesa de încercat şi pe un etalon cu duritate cunoscută, obţinîndu-se astfel două amprente cărora li se măsoară diametrul.

La baza metodei stă faptul că mărimile amprentelor sferice obţinute sînt invers proporţionale cu durităţile celor

două materiale.

Definind duritatea ca raport între lucrul mecanic L, consumat pentru apăsarea bilei și suprafața amprentei sferice produse de bilă de diametru D, se obține:

- în cazul piesei de încercat:

$$H_{piesă} = \frac{2L}{\pi \cdot D \left(D - \sqrt{D^2 - d_p^2} \right)} \qquad (4.10.)$$

în care d_p, este diametrul amprentei obținută pe piesă,

- în cazul etalonului:

$$H_{etalon} = \frac{2L}{\pi \cdot D \left(D - \sqrt{D^2 - d_e^2} \right)} \qquad (4.11.)$$

în care d_e, este diametrul amprentei obținută pe etalon.

Prin eliminarea lui L din cele două relații se obține:

$$H_{piesă} = k_p \cdot H_{etalon} \qquad (4.12.)$$

în care

$$k_p = \frac{D - \sqrt{D^2 - d_e^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_p^2}} \qquad (4.13.)$$

Această duritate, determinată dinamic , diferă de duritatea Brinell determinată static. De aceea aparatele Poldi, sînt însoțite de tabele din care, în funcție de d_p și d_e, se poate extrage direct duritatea Brinell echivalentă. Tabelele sînt astfel întocmite încît se poate determina cu o oarecare aproximație și rezistența la rupere a materialului.

1.5. Tabele de echivalențe a durităților

Duritatea determinată prin diferite metode statice, poate fi echivalată orientativ pe baza unor tabele comparative, existente în laborator, pentru toate materialele metalice, cu excepția oțelurilor austenitice.

STAS R 883-.. stabilește valorile comparative ale durităților statice determinate prin metodele Vickers, Brinell, Rockwell și superficiala Rockwell, precum și ale rezistenței de rupere la tracțiune. Valorile comparative indicate se aplica oțelurilor nealiate, slab aliate cu o structura omogena, nichelului și aliajelor de nichel (cele cu conținut ridicat), aluminiului și aliaje de aluminiu, cuprului și aliajelor cupru-staniu.

2. Tema practică : însușirea metodelor de determinare a durității, a aparaturii folosite și a folosirii informațiilor derivate din cunoașterea durității materialelor.

3. Aparatura folosită

3.1. Aparatele folosite pentru determinarea durității Brinell trebuie să asigure aplicarea fără șocuri a sarcinii asupra bilei pentru a provoca pătrunderea lentă a acesteia în piesa de încercat. Viteza de aplicare trebuie să fie de 0,6....1mm/s. Menținerea constantă a sarcinii trebuie să se asigure pe toată durata prescrisă încercării. Timpul de la contactul penetratorului cu materialul de încercat pînă la atingerea forței maxime trebuie să fie de cel puțin 5...8s.

Aparatele utilizate practic sînt foarte variate. Aparatele moderne realizează cicluri automate de aplicare și descărcare a sarcinii. Măsurarea amprentei se poate face prin proiectarea urmei pe un ecran al aparatului sau cu ajutorul unei lupe Brinell.

In figura 4.4. este prezentată schema unui aparat Brinell cu care se vor face determinări în cadrul lucrărilor de laborator.

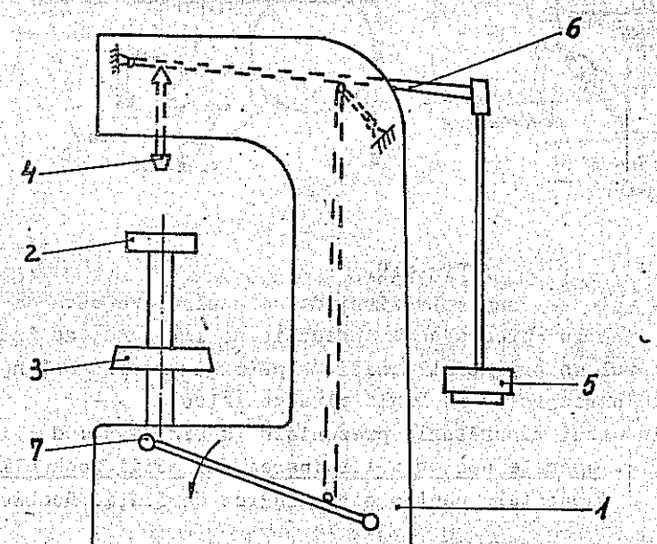


Fig.4.4.

1- batiu; 2- masa pe care se fixează piesele (epruvetele) cărora li se măsoară duritatea; 3- disc care prin rotire permite ridicarea sau coborîrea mesei; 4- montura penetratorului bilă; 5- greutăţi care asigură realizarea forţei de apasare a bilei prin intermediul unui sistem de pîrghii 6; 7- manetă ce asigură prin lăsarea lentă a sa în jos (în sensul săgeţii) aplicarea forţei F respectiv înlăturarea forţei prin ridicarea sa.

In fig.4.5. este prezentată lupa Brinell. Pentru măsurarea amprentei, se scoate piesa din aparatul Brinell şi se aşează lupa pe piesă. Privind prin ocular se va mişca lupa pe suprafaţa piesei pînă cînd reperul „0" de pe scala gradată fixă va fi adus tangent la amprentă (v.fig.4.5.) Rotind apoi şurubul micrometric S se va aduce reperul „0" de pe scala mobilă tangent la amprentă. Se stabileşte diametrul amprentei ţinînd seama de următoarele:

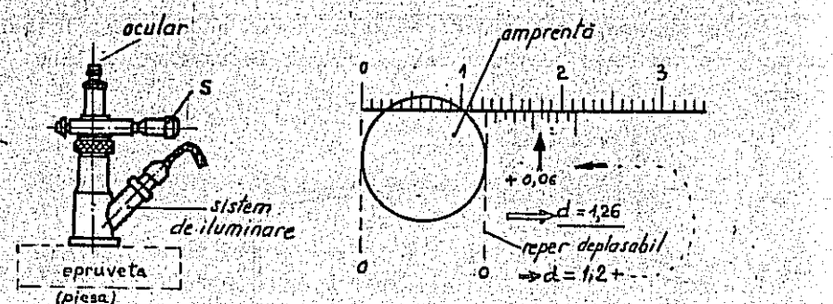


Fig.4.5.

- valoarea unei diviziuni de pe scala fixă este de 0,1 mm;

- pentru aprecierea cu precizie de 1/100 mm, se înmulţeşte numărul de ordine al liniei de pe rigla mobilă coliniară cu o linie oarecare de pe rigla fixă cu 1/100.

In cazul măsurătorii prezentată în fig. 4.5.: d = 1,26 mm.

5.2. Aparate pentru determinarea durităţii Rockwell

Aparatele pentru determinarea durităţii Rockwell sînt

asemănătoare în principiu celorlalte tipuri de aparate (Brinell sau Vickers) cu deosebirea că ele asigură încărcarea în trei etape (F_0, F_0+ F_1, F_0) iar sistemul de măsurare să permită punerea în evidenţă a adîncimii de pătrundere a penetratorului. Măsurarea adîncimii de pătrundere a penetratorului se face cu un ceas comparator cu precizie necesară. Cadranul gradat al ceasului comparator este marcat direct în unităţi Rockwell. In fig.4.6. sînt prezentate două aparate Rockwell aflate în dotarea laboratorului: primul (fig.4.6.a.) produs al întreprinderii Balanţa-Sibiu cel de-al doilea (fig.4.6.b.) produs în R.D.Germană. Ambele permit măsurători de duritate Rockwell atît pe scara B cît şi pe scara C.

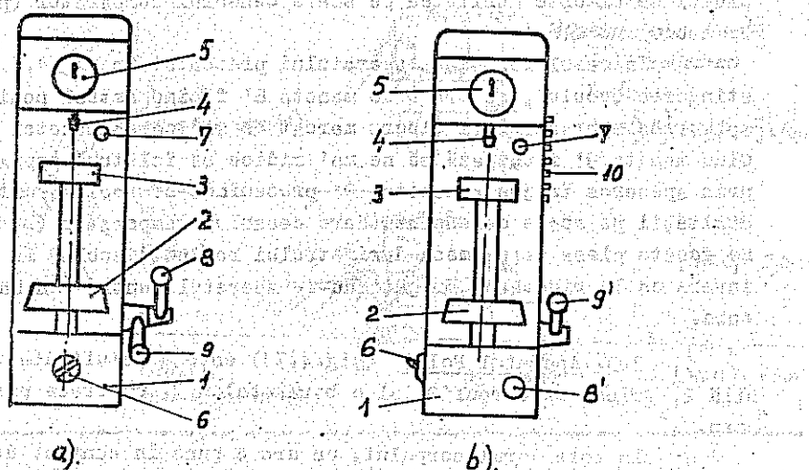


Fig.4.6.

1- batiu; 2- disc de acţionare a suportului; 3- suportul epruvetei; 4- penetrator schimbabil; 5- comparator (gradat în unităţi HRC sau HRB); 6- întreruptor electric general; 7- bec de control; 8, 8'- manete de comandă pentru aplicarea suprasarcinii; 9- manetă pentru poziţionarea iniţială a penetratoarelor şi greutăţilor; 9'- manetă pentru înlăturarea suprasarcinii; 10- butoane pentru selectarea sarcinilor de lucru.

La durimetrul produs de Balanţa-Sibiu forţa de apăsare a penetratorului se realizează prin una (la HRB) sau două (la HRC) greutăţi şi un sistem de pîrghii ce asigură transmiterea forţei la penetrator.

Se pune aparatul sub tensiune, acţionînd comutatotul 6 (v.fig.4.6. a şi b) lucru pus în evidenţă de becul de control 7 care se va aprinde. Se verifică dacă manetele 9 (respectiv 9') sînt apăsate în poziţiile inferioare înainte de a începe lucrul.

Se aşează piesa de încercat pe măsuţa aparatului, care se ridică apoi prin rotirea lentă a discului 2, pînă la stingerea becului 7. Aceasta va marca aplicarea sarcinii iniţiale F_0.

Se apasă încet de maneta scurtă 8 un timp scurt pînă la deblocarea manetei 9 care va începe să se ridice. Acest lucru marchează începutul aplicării suprasarcinii.

La aparatul Rockwell produs la Balanţa-Sibiu înlăturarea suprasarcinii se efectuează automat astfel încît la sfîrşitul ciclului se citeşte duritatea pe scala ceasului comparator (pe scara B sau C).

In cazul folosirii aparatului prezentat în fig.4.6.b. după stingerea becului, se trage de maneta 8' făcînd astfel posibilă aplicarea suprasarcinii (lucru marcat de ridicarea manetei 9'). Cînd maneta 9' încetează să se mai ridice se înlătură suprasarcina prin apăsarea în jos a manetei 9' procedîndu-se apoi la citirea durităţii pe scala corespunzătoare ceasului comparator (B sau C). Se scoate piesa de pe masa durimetrului rotind discul 2 în sens invers ca la ridicare, pregătindu-se aparatul pentru o nouă încercare.

3.3. Aparatul Poldi (fig.4.7.) este alcătuit dintr-o bilă 1, prinsă în corpul 2, şi o bară etalon 3, ce trece prin corp.

In interiorul corpului, un arc 4 pune în contact dornul 5 cu bila 1 şi bara etalon 3. Bila de oţel are diametrul de 10 ± 0,01 mm şi duritate mare (minimum 900 HV). Montura asigură o prindere liberă a bilei astfel încît aceasta să se poată roti uşor evitîndu-se lovirea ei în aceeaşi poziţie. Barele etalon sînt fabricate din oţel în stare normalizată şi au suprafeţele prelucrate fin, prin rectificare. Fiecare etalon poartă inscripţionată pe unul din capete valoarea rezistenţei sale la rupere, măsurată în daN/mm^2 şi un coeficient k_{et}, avînd semnificaţia dată de relaţia 4.15.

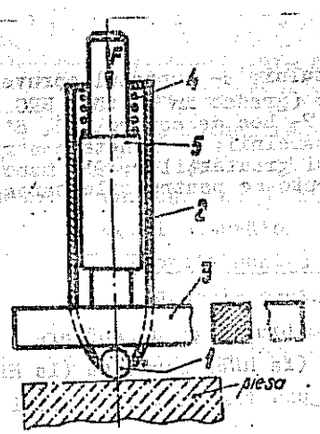
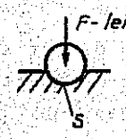
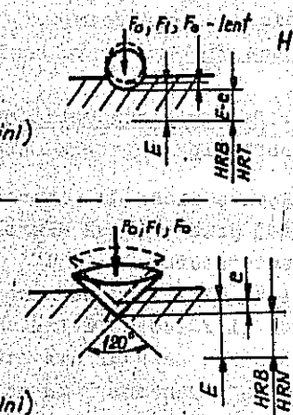
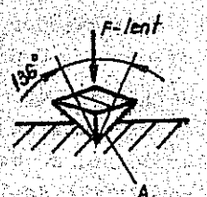
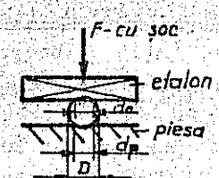


Fig.4.7.

METODE UZUALE DE DETERMINARE A DURITĂŢII

Tabel 4.1

Metoda		Schema simplificată	Mărimea definitorie
Brinell	(HB)		$HB = \frac{\text{Forta } F}{\text{Aria } S}$ $[1HB] \cong \frac{1\,daN}{mm^2}$
Rockwell (HR)	(HRB) (HRT) (cu microsarcini) (HRC) (HRN) (cu microsarcini)		$HR = E - e$; $[1HRB] = 2\,\mu m$ HR = adîncimea finală după aplicarea forţelor: $F_0, F_1 (= F_0), F_0$ $[1HRT] = 1\,\mu m$ $[1HRC] = 2\,\mu m$ $[1HRN] = 1\,\mu m$
Vickers	(HV)		$HV = \frac{\text{Forta } F}{\text{Aria } A}$ $[1HV] \cong \frac{1\,daN}{mm^2}$
Poldi	(HB)		$H_{piesă} = \varphi \cdot H_{etalon}$ $[1] = [1HB]$ $\varphi = \frac{D - \sqrt{D^2 - d_e^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_p^2}}$

4. Modul de lucru şi organizarea activităţii

Grupa de studenţi care efectuează lucrarea privind determinarea durităţii materialelor metalice va fi împărţita în trei subgrupe, fiecare subgrupă efectuînd prin rotaţie următoarele încercări:

- încercarea de duritate Brinell;
- încercarea de duritate Rockwell,
- determinarea durităţii prin metoda Poldi.

Aceste încercări vor fi efectuate pe o aceeaşi epruvetă. In plus la indicaţia cadrelor didactice se mai pot efectua determinări cu încercarea de duritate HRC pe o epruvetă dintr-un oţel tratat termic sau termochimic.

Metoda Vickers se va seminariza.

4.1. Determinarea durităţii Brinell: La efectuarea determinării va participa întreaga subgrupă. Se determină HB 5/750/15 (vezi 1.1).

Se aşează piesa de încercat pe măsuţa aparatului, care se ridică apoi prin rotirea discului 3, pînă cînd ia contact fără jocuri cu penetratorul.

Se lasă lent în jos maneţa 7 făcînd posibilă astfel aplicarea forţei F iar după trecerea timpului de aplicare a sarcinii (cronometrat de unul din studenţi) se înlătură sarcina, prin ridicarea lentă a manetei 7 în poziţia iniţială.

Se scoate piesa de pe masa aparatului prin rotirea corespunzătoare a discului 3 şi se măsoară cu lupa Brinell diametrul amprentei pe două direcţii perpendiculare făcîndu-se media aritmetică a valorilor citite. Media se rotunjeşte la valori exprimate în mm, zecimi şi sutimi de mm.

Pe baza valorii medii a diametrului amprentei, din tabelele afişate în laborator, se extrage direct valoarea durităţii calculată pentru condiţiile de încercare utilizate (Ex.-tab.4.4).

Se vor executa cel puţin trei încercări făcîndu-se apoi media rezultatelor obţinute.

4.2. Determinarea durităţii Rockwell Fiecare student va efectua personal cel puţin o încercare de duritate HRB sau HRC şi va compara rezultatele proprii cu cele ale colegilor.

Inainte de efectuarea încercării, se verifică dacă durimetrele au montate penetratoarele necesare, corespunzătoare măsurătorii dorite, precum şi dacă realizează forţa necesară ce se aplică asupra penetratorului.

Tabelul 4.4.

Duritatea Brinell pentru D=5mm ; F=750 daN, K=30

d[mm]	HB	d[mm]	HB	d[mm]	HB	d[mm]	HB
1,25	601	1,62	354	1,99	231	2,36	161
1,26	592	1,63	350	2,00	229	2,37	160
1,27	582	1,64	345	2,01	226	2,38	158
1,28	573	1,65	341	2,02	224	2,39	157
1,29	564	1,66	337	2,03	222	2,40	156
1,30	555	1,67	333	2,04	219	2,41	154

4.3. Determinarea durităţii cu aparatul Poldi

Incercarea va fi efectuată de întreaga subgrupă

Se introduce bara etalon în locaşul corespunzător din aparatul Poldi. Se aşează aparatul astfel încît bila să vină în contact cu suprafaţa piesei căreia i se determină duritatea, şi se aplică o lovitură de ciocan pe tija aparatului. Energia de lovire nu influenţează practic asupra măsurătorii.

Se scoate bara-etalon din aparat şi se măsoară cu lupa Brinell diametrul amprentelor de pe piesă (d_p) şi de pe bara etalon (d_e) cu o precizie de o,1 mm, pe două direcţii perpendiculare făcîndu-se media aritmetică. Din tabelul ce însoţeşte aparatul Poldi (fig.4.9.) se determină valoarea în unităţi Brinell şi a rezistenţei la rupere a materialului piesei (informativ, în daN/mm^2). Deoarece tabelele au fost întocmite cu ajutorul unor etaloane avînd rezistenţa la rupere de 70 daN/mm^2, în cazul în care pentru determinări se folosesc etaloane cu o altă valoare a rezistenţei la rupere, este necesar să se efectueze o corecţie a valorilor determinate din tabele care constă în amplificarea lor cu fracţia

$$k_{et} = \frac{\sigma_r \text{ a barei etalon}}{70} \quad (4.1$$

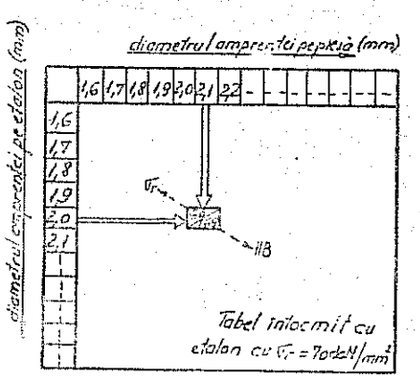

diametrul amprentei pe piesă (mm)
diametrul amprentei pe etalon (mm)
1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,1 2,2
HB
Tabel întocmit cu etalon cu σr = 70daN/mm²

Fig.4.9.

Vor fi efectuate cel puţin trei încercări făcîndu-se apoi media rezultatelor.

5. Comentarii si concluzii

Se vor compara rezultatele obţinute la determinările efectuate prin două-trei metode, pe aceeaşi piesă.

Se vor trage concluzii privind alte proprietăţi probabile ale materialelor pieselor încercate,(Ex.: rezistenţa R).

Se vor identifica materialele supuse încercării .(de regulă oţeluri de uz general, normalizate).

Se va face schiţa epruvetelor supuse încercărilor.

Se va răspunde la următoarele întrebări:

- ce factori influenţeaza duritatea şi cum se poate practic modifica această proprietate?
- cum se simbolizează materialele supuse încercării?
- care este influenţa temperaturii asupra durităţii?
- Care sînt metodele indicate pentru determinarea durităţii pentru următoarele materiale...(cadrul didactic va indica studenţilor mai multe materiale)

CAPITOLUL 5

INCERCARI LA INCOVOIERE PRIN SOC

LUCRAREA Nr.5

1. Noţiuni de bază

Incercările materialelor în condiţiile aplicării lente a sarcinilor nu elucidează şi comportarea acestora la aplicarea unor sarcini cu viteze mari.

O deosebită importanţă în studiul comportării dinamice a materialelor o prezintă încercările în cadrul cărora epruvetele (prismatice şi prevăzute cu o crestătură în zona de mijloc) sînt supuse la solicitări de încovoiere prin şoc, pînă la rupere, cu ajutorul unor ciocane-pendul .

In ţara noastră, ca şi în numeroase alte ţări, ciocanele-pendul, încercările şi epruvetele sînt standardizate (respectiv în STAS 7238-80, STAS 1400-75, STAS 7511-31 şi STAS 7324-75).

Schema de principiu a încercării la încovoiere prin şoc pe ciocanul-pendul CHARPY este prezentată în fig.5.1. Epruveta se

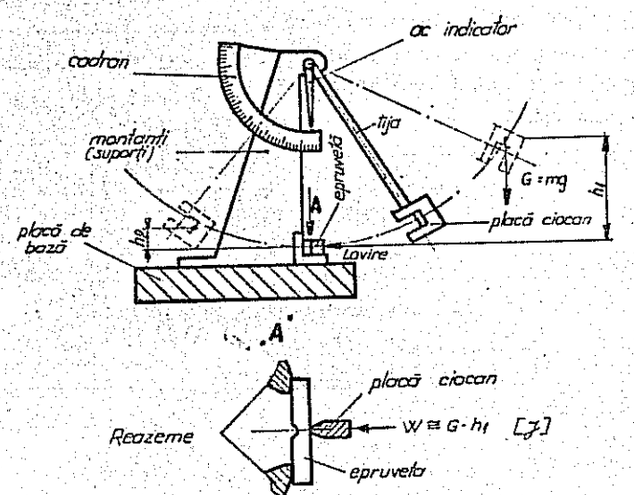


Fig. 5.1

aşează orizontal, simplu rezemată, astfel încît să fie lovită în planul ei de simetrie pe partea opusă crestăturii.

Crestătura poate fi în formă de U sau V.

Ciocanul-pendul de tip IZOD este asemănător cu deosebirea că epruveta se fixează vertical, încastrată (blocată) până la nivelul planului de simetrie al crestăturii (în formă de V), fiind lovită în partea superioară a suprafeței pe care s-a practicat crestătura (fig.5.2.).

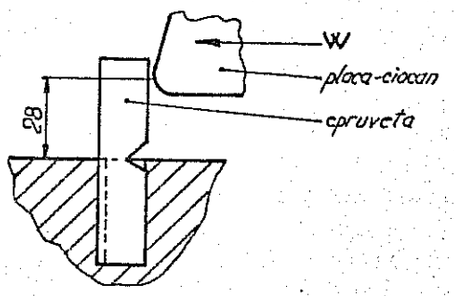
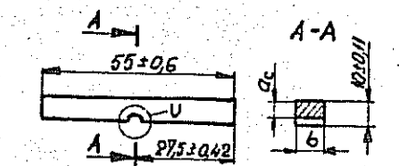
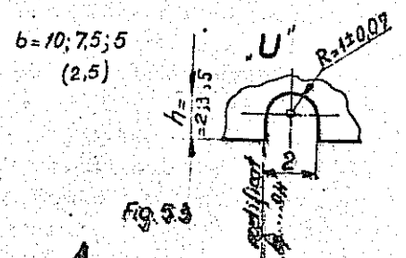
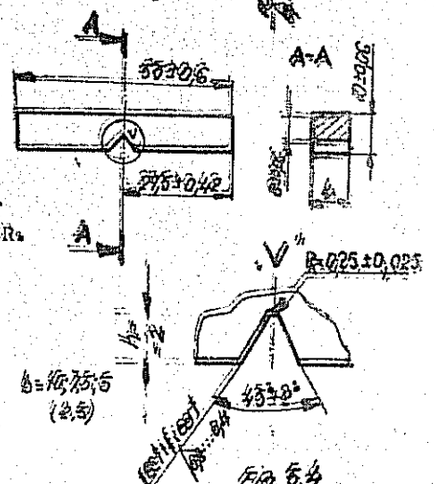


Fig. 5.2





In fig.5.3. se prezintă principalele elemente standardizate ale epruvetelor cu crestătură în formă de U, iar în fig.5.4. se prezintă principalele elemente ale epruvetelor cu crestătură în formă de V, standardizate în RSR. Există și multe alte tipo-dimensiuni de epruvete. Prelucrarea îngrijită a suprafețelor (mai ales a crestăturii) epruvetelor, conform toleranțelor și celorlalte prescripții standardizate sau normalizate este obligatorie pentru obținerea unor rezultate corecte și edificatoare ale încercărilor. Diversele încercări sînt echivalente numai dacă au fost efectuate pe aceleași tipo-dimensiuni de epruvete, cu ciocane-pendul de același tip și având aceeași energie disponibilă și dacă încercarea a avut loc la aceeași temperatură.



1.1. Proprietăți și măsuri determinate

1.1.1. In cazul folosirii epruvetelor cu crestătură în V, proprietatea principală determinată este tenacitatea (KV) materialului, exprimată prin energia efectivă W_e consumată la ruperea epruvetelor în condiții-standard.

$$KV = W_e = Gh_1 - Gh_2 \quad [J] \qquad (5.1)$$

In mod practic, energia W se citește de regulă direct pe cadranul gradat al ciocanului pendul.

1.1.2. In cazul folosirii epruvetelor cu crestătură în U, proprietatea principală determinată este reziliența (KCU) ce se află de regulă indirect, prin calcul:

$$KCU = \frac{W_e}{S_o} \quad [J/cm^2] \qquad (5.2)$$

în care S_o este aria secțiunii de rupere a epruvetei (cea din dreptul crestăturii):

$$S_o = b.a_o = b\,(1-h) \quad [cm^2] \qquad (5.3)$$

In relația (5.3), h reprezintă adîncimea crestăturii (cotele de calcul sînt date în cm). Rezultatele experimentelor de încovoiere prin șoc trebuie să precizeze în afară de valoarea expresă a rezilienței sau energiei de rupere, în mod obligatoriu, următoarele elemente:

- energia disponibilă W_d a ciocanului folosit [J],
- adîncimea crestăturii [mm],
- grosimea epruvetei [mm],

separate printr-o linie oblică, așa ca în exemplele:

$KCU_{300/2/5} = 150\ J/cm^2$; $KCU_{300/3/10} = 250 J/cm^2$.

Se folosesc simbolurile simplificate:

KCU = KCU 5 = $KCU_{300/5/10}$

KCU 3 = $KCU_{300/3/10}$

KCU 2 = $KCU_{300/2/10}$

Pentru încercările pe epruvete cu crestătură în V, înălțimea secțiunii a_c fiind constantă (a_c= 8 mm), ea nu se mai precizează și rezultatele se notează standardizat ca în exemplele:

$KV_{300/5} = 70$ J; $KV_{150/5} = 40$ J.

Se folosește și simbolul simplificat: KV ≡ $KV_{300/10}$.

1.1.3. La efuzi de rezilienţă sau respectiv tenacitate, după ruperea epruvetelor se mai determină şi următoarele două elemente, care reflectă unele aspecte legate de plasticitatea materialului şi de mecanismul fenomenelor de rupere: contracţia transversală specifică şi caracterul ruperii.

a. Contracţia transversală specifică .

La încovoierea oricărui material metalic, într-o parte a acestuia apar tensiuni de întindere, micşorînd secţiunea transversală, iar în altă parte apar tensiuni de compresiune, mărind secţiunea transversală a corpului.

După ruperea epruvetelor încercate la încovoiere prin şoc, secţiunea de rupere a acestora (fractura) arată ca în fig.5.5.

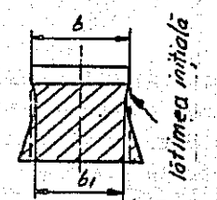


Fig.5.5

Se determină raportul

$$\psi = \frac{b - b_1}{b} \cdot 100\ \% \qquad (5.4)$$

reprezentînd contracţia transversală specifică a epruvetei:

Cu cît este mai mare se apreciază că plasticitatea materialului este mai bună şi fragilitatea este mai mică.

(Atenţie: nu este unicul mod de apreciere a plasticităţii).

b. Caracterul ruperii epruvetei poate fi fragil sau ductil.

Aprecierea caracterului ruperii se face în funcţie de aspectul macroscopic al acesteia. Se consideră drept secţiune de rupere fragilă (cristalină) porţiunea cu aspect cristalin, grăunţos şi lucios Ruperea în această porţiune se produce după planurile cristalografice de minimă rezistenţă şi este denumită rupere prin clivaj. Porţiunea care a suferit deformări înainte de rupere, are un aspect fibros -mat fiind considerată ca secţiune de rupere ductilă (tenace).

Determinarea cristalinităţii şi fibrozităţii se poate face prin două metode: prin măsurare (fig.5.6.) sau prin comparare(fig.5.7.

b.1. Metoda prin măsurare constă în determinarea dimensiunilor secţiunii de rupere fragilă $a_f^{\prime\prime}$ şi b_f rotunjindu-se la multipli de o,5 mm. Se determină apoi cristalinitatea şi fibrozitatea folosind relaţiile (5.5)....(5.9).

Tabelul 5.1.

Echivalenţa informativă a încercărilor pe epruvete crestate (b = 1 cm)

KCU [J/cm²]	KCU 2oo/2/1o [J/cm²]	KCU 3oo/2/1o [J/cm²]	KV [J]	KCV*) [J/cm²]
1o	12	14	3,2	4
2o	24	28	7,2	9
3o	36	42	12,o	15
4o	48	56	17,6	22
5o	6o	7o	24,8	31
6o	72	84	33,8	41
7o	84	98	41,6	52
8o	96	112	52,o	65
9o	1o8	126	64,o	8o
11o	12o	14o	75,o	94
12o	144	168	1oo,8	126
13o	156	182	112,8	141
14o	168	196	126,4	158
15o	18o	21o	141,6	177
16o	192	224	155,2	194
17o	2o4	238	168,8	211
18o	216	252	184,o	23o
19o	228	266	-	-
2oo	24o	28o	-	-
21o	252	294	-	-
22o	264	3o8	-	-
23o	276	322	- 22	-
24o	288	336	-	-

*) KCV = $\frac{KV}{9o}$ raport folosit absolut informativ

Aria secțiunii epruvetei, S_0 definită ca fiind aria secțiunii inițiale transversale a epruvetei în dreptul planului de simetrie al crestăturii:

$$S_0 = b \cdot a_c \quad [mm^2] \qquad (5.5)$$

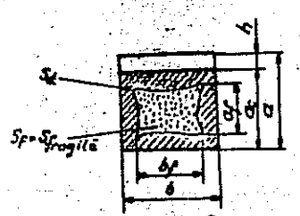


Fig. 5.6

Aria ruperii (fragile) cristaline, S_f, definită fiind porțiunea din ruptură cu aspect cristalin strălucitor fără deformări. În majoritatea cazurilor este porțiunea centrală a ruperii

$$S_f = a_f \cdot b_f \quad [mm^2] \qquad (5.6)$$

Aria ruperii (ductile) fibroase, S_d, definită ca aria a porțiunii din ruptură cu aspect mată-mat cu deformări plastice:

$$S_d = S_0 - S_f \quad [mm^2] \qquad (5.7)$$

Cristalinitatea, C_r, definită ca fiind raportul dintre aria ruperii cristaline și aria secțiunii epruvetei:

$$C_r = \frac{S_f}{S_0} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (5.8)$$

Fibrozitatea, F_b, definită ca raportul dintre aria ruperii fibroase și aria secțiunii epruvetei:

$$F_b = \frac{S_d}{S_0} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (5.9)$$

b.2. Metoda prin comparație constă în compararea cu ochiul liber a aspectului ruperii cu scări de apreciere a caracterului tenace, constituite pentru fiecare tip de epruvetă.

Scara de apreciere a caracterului tenace (fibrozitatea în %) la ruperea unei epruvete cu lățime b = 10 mm din oțel, cu crestături în U sau V de adâncime de 2mm, este reprezentată în figura 5.7.

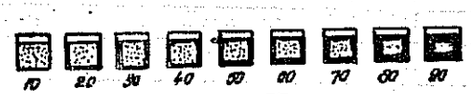


Fig. 5.7.

Fibrozitatea, în % la epruvete cu h= 2mm

1.2. Echivalarea încercărilor la încovoiere prin șoc.

Această echivalare este posibilă numai informativ și numai pentru oțelurile carbon și cele slab aliate.

Pentru epruvetele cu grosimea de 10 mm rupte pe ciocane cu energia disponibilă W ≤ 300 J se folosesc tabelul 5.1. sau fig.5.8.

Pentru echivalarea informativă cu rezultatele încercărilor pe epruvete cu grosimi mai mici, dar cu același tip de crestătură, rezultatele obținute pe epruvete groase (b = 10 mm) se amplifică respectiv cu valorile C de mai jos:

	KV	KCU
b = 7,5	$C = \frac{5}{3}$	$C = \frac{10}{9}$
b = 5	$C = \frac{2}{3}$	$C = \frac{4}{3}$
b = 2,5	$C = \frac{1}{2}$	$C = \frac{2}{1}$

2. Tema practică: Studenții își vor însuși forme și dimensiunile epruvetelor standardizate ca și construcția și funcționarea ciocanului Charpy și vor efectua încercări la încovoiere prin șoc asupra unor epruvete din oțel, determinînd toate elementele prezentate anterior.

În plus, pe epruvete rupte anterior, se vor cerceta: contracția transversală, fibrozitatea și cristalinitatea, făcîndu-se aprecieri asupra caracterului ruperii acestor epruvete.

3. Utilajul folosit: - Ciocane Charpy;
- șublere universale;
- epruvete (întregi sau rupte anticipat)

4. Modul de lucru

Studenții vor examina o serie de epruvete de diferite tipo-dimensiuni și le vor schița, comparînd forma, dimensiunile și rugozitatea lor cu cele standardizate, prezentate în figurile 5.3. și 5.4.

Ei vor examina apoi ciocanul pendul pe care vor rupe epruvetele fără a-l acționa. (pericol de accidentare !).

Numai în prezența la aparat a personalului tehnic din laborator sau a cadrelor didactice, se va așeza pe reazeme o epruvetă, astfel încît să fie lovită cît mai exact în spatele crestăturii.

Se ridică ciocanul eliberîndu-se spațiul de acțiune al acestuia, se poziționează acul indicator la valoarea maximă de pe cadran.

apoi numai la comanda personalului din laborator sau cadrelor didactice se declanşează căderea ciocanului, ce rupe epruveta.

In cazul în care epruveta nu se rupe, rămînînd pe reazeme se notează că energia de rupere a epruvetei este mai mare decît cea disponibilă a ciocanului.

După oprirea ciocanului prin acţionarea unei frîne, se recuperează epruvetele şi se măsoară secţiunea lor de rupere, comparîndu-se cu secţiunea de rupere a unor epruvete încercate anticipat.

Se execută schiţa tuturor epruvetelor comparate, punîndu-se în evidenţă cotele ce determină contracţia transversală, suprafaţa de rupere S_o, suprafaţa rupturii fragile (cristaline) S_f şi suprafaţa rupturii ductile (fibroase) S_d, prezentate în figurile 5.5. şi 5.6.

5. Prelucrarea rezultatelor experimentale directe

5.1. Se calculează valorile secţiunii S_o şi ale rezilienţei KCU, cu ajutorul relaţiilor (5.3) şi respectiv (5.2), corespunzătoare epruvetei rupte în cadrul experimentului.

5.2. Se calculează contracţia transversală specifică T, cu relaţia (5.4), pentru toate epruvetele puse la dispoziţie.

5.3. Se calculează sau se apreciază prin comparaţie (la indicaţia cadrelor didactice) cristalinitatea şi fibrozitatea tuturor fracturilor epruvetelor examinate, verificîndu-se ca să existe corelaţia:

$$Cr + Fb = 100\ [\%] \qquad (5.10)$$

6. Comentarea rezultatelor şi concluzii

6.1. Se vor compara fragilitatea şi ductilitatea materialelor ale căror epruvete au fost măsurate în secţiunea de rupere întocmindu-se ierarhizarea materialelor acestora din cele două puncte de vedere (pe baza valorilor Cr şi Fb).

6.2. Se va aprecia printr-un calificativ valoarea rezilienţei materialului epruvetei rupte în cadrul experimentului, ţinînd cont de informaţiile din fig. 5.8.

6.3. In funcţie de rezultatele precedente şi apelînd la cunoştinţele de studiul metalelor şi metalografie, ca şi la cele legate de clasificarea şi proprietăţile materialelor, se vor face aprecieri referitoare la reziliena şi tenacitatea altor materiale indicate de cadrele didactice.

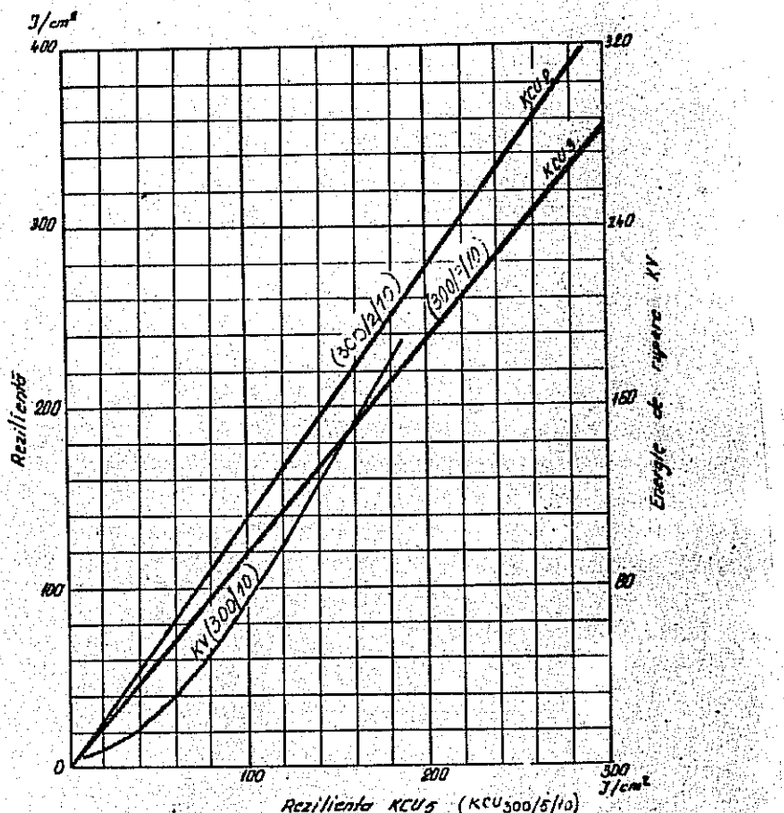


Fig. 5.8.

6.4. Se vor echivala: a) $KCU_{300/2/5} = 150\ J/cm^2$ în condiţiile KCU 5;

b) $KCU_{300/2/5} = 80\ J/cm^2$ . . . . . KV;

c) $KCU_{5} = 220 J/cm^2$ - " - KCU2 şi KCU5;

d) KV = 10 daJ - " - KCU5

Se vor da exemple de organe de maşini, instalaţii, la care se impun condiţii severe de comportare la sarcini dinamice, ca şi de materiale indicate în consecinţă pentru aceste piese.

CAPITOLUL 6

PROPRIETATILE TEHNOLOGICE DE TURNARE SI OBTINEREA SEMIFABRICATELOR PRIN TURNARE

1. Noţiuni de bază

Turnarea este un procedeu tehnologic de realizare a pieselor prin introducerea unui material metalic în stare lichidă într-o cavitate special executată. Prin solidificarea topiturii rezultă piesa turnată care reproduce configuraţia şi dimensiunile cavităţii.

Cavitatea se execută într-o formă de turnare alcătuită din una, sau, mai des, din mai multe părţi (fig.6.1.). Cel de-al doilea caz, presupune existenţa unor suprafeţe de separaţie, care împart forma în mai multe părţi. In timpul turnării, materialul topit pătrunde în cavitatea formei printr-o serie de canale, ce alcătuiesc reţeaua de turnare, iar aerul din cavitate iese din acest spaţiu prin canale speciale denumite răsuflători cît şi printre granulele de amestec de formare, din care este realizată, de regulă, forma.

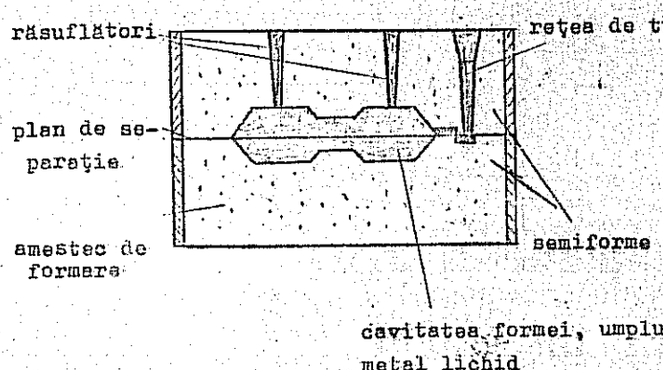


Fig.6.1. Schema de principiu a unei forme obişnuite

Se poate face o clasificare a procedeelor de turnare după criteriul numărului de turnări care se pot efectua în aceeaşi formă astfel :

./.

Procedee de turnare în forme:

- temporare
  - din amestec de formare obişnuit
  - din amestec de formare special:
    - cu liant termoreactiv
    - cu modele uşor fuzibile
    - cu autoîntărire
- semipermanente
- permanente
  - statice
    - fără suprapresiune
    - cu suprapresiune
  - în mişcare
    - centrifugală

Formele temporare se execută din amestecuri de formare obişnuite (nisip şi argilă) sau speciale (nisip şi lianţi speciali) şi sînt folosite la o singură turnare, după care se distrug pentru scoaterea piesei.

Formele semipermanente se execută din ciment, ipsos, şamotă şi sînt folosite la cîteva turnări după uşoare reparaţii intermediare

Formele permanente sînt forme metalice: din fontă, oţel sau aliaje neferoase şi sînt folosite la un număr foarte mare de turnări (sute de mii) fără a necesita reparaţii intermediare.

Topirea materialelor metalice, în laborator, se face cu un cuptor cu creuzet, destinat aliajelor cu temperaturi de topire sub 800° C. El foloseşte drept combustibil gazul natural, ars într-un curent de aer trimis de o suflantă (fig.6.2.)

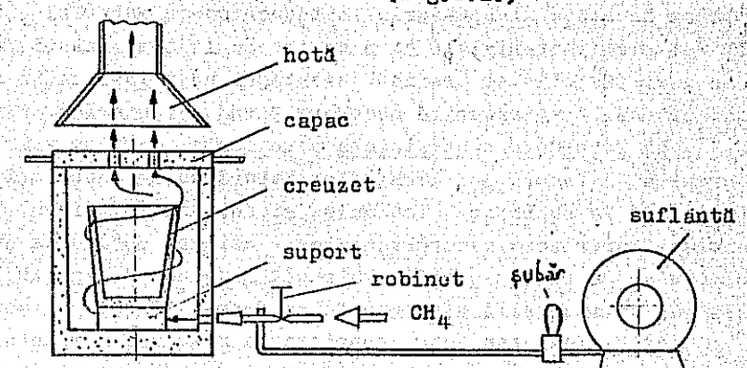


Fig.6.2. Cuptorul cu creuzet.

./.

Incărcarea cuptorului se face în porţii mici, în cuptorul preîncălzit astfel încît materialul introdus să nu se oxideze prea mult.

Se va evita introducerea de materiale umede sau necunoscute în creuzet deoarece se pot produce explozii!

Turnarea metalului în forme se face cu creuzetul cuptorului, scos din acesta cu un cleşte special, după ce în prealabil s-a micşorat flacăra şi s-au îndepărtat hota şi capacul. Inainte de turnare se tratează încărcătura cu dezoxidanţi (pentru aluminiu şi aliaje de aluminiu se folosesc clorûri metalice, care reacţionează cu impurităţile formînd o zgură fluidă şi uşoară, care se înlătură).

Pentru a stabili un proces tehnologic de realizare a unei piese prin turnare, este important să se cunoască proprietăţile materialului care se va turna.

Proprietatea tehnologică a materialelor de a putea fi turnate în piese se numeşte turnabilitate sau prelucrabilitate prin turnare. Această proprietate se apreciază cu ajutorul calificativelor (f.bună, bună, satisfăcătoare etc.) sau cu alte sisteme (comparativ, procentual etc.).

Turnabilitatea depinde în principal de următoarele proprietăţi fizice ale materialului: fuzibilitatea, fluiditatea, tensiunea superficială şi mărimea contracţiilor procentuale la răcirea de la temperatură de turnare pînă la cea ambiantă.

a) Fuzibilitatea este proprietatea metalelor şi aliajelor de a trece în stare lichidă prin introducerea în material a unei energii cît mai mici. Materialele care se topesc la temperaturi joase se numesc uşor fuzibile şi prezintă avantajul unor instalaţii de topire mai ieftine, temperaturile necesare fiind mai uşor de atins.

b) Tensiunea superficială este forţa care se exercită tangenţial la suprafaţa lichidelor datorîndu-se interacţiunii dintre atomii de la suprafaţa lichidului şi cei din interiorul lui. O tensiune superficială corespunzătoare asigură obţinerea unor piese turnate cu suprafeţe netede, întrucît metalul nu copiază întocmai cele mai mici detalii ale suprafeţei formei în care a fost turnat.

c) Fluiditatea este proprietatea materialelor metalice în stare lichidă de a curge cu uşurinţă şi a umple vasul în care sînt turnate. Această proprietate, fiind deosebit de importantă pentru piesele complicate şi cu pereţi subţiri, este utilizată în practică la aprecierea posibilităţilor de obţinere a pieselor turnate.

./.

Cu cît temperatura aliajului turnat este mai mare faţă de temperatura de solidificare, fluiditatea creşte.

Factorii care mai influenţează fluiditatea sînt :

- proprietăţile specifice ale aliajelor (căldura specifică , conductivitate termică etc.);
- proprietăţile materialului formei şi temperatura acesteia;
- condiţiile de turnare: timpul de umplere a formei, presiunea exercitată asupra metalului lichid ş.a.

Sînt cunoscute mai multe metode de determinare a fluidităţii, dintre care, în laborator, se va experimenta proba în spirală. (fig.6.12.)

d) Contracţia specifică este valoarea procentuală a contracţiei metalului din momentul umplerii formei pînă la temperatura ambiantă. Se mai numeşte şi coeficient de contracţie. Coeficienţii mici de contracţie volumică şi liniară determină o valoare mică a volumului retasurii, tensiuni interne mai mici şi deci, o tendinţă mai mică de formare a crăpăturilor şi deformărilor.

In tabelul 6.1. sînt indicate valori medii ale contracţiei liniare pentru cîteva aliaje utilizate frecvent în turnătorie.

Tabelul 6.1.

Nr. crt.	A L I A J U L	CONTRACTIE %
1.	Fontă cenuşie	1,0
2.	Fontă maleabilă	1,5o
3.	Fontă cu grafit nodular	1,25
4.	Oţel	1,8÷2,5
5.	Aliaje Cu-Sn (Bronzuri)	1,25
6.	Aliaje Cu-Al (Bronzuri de Al.)	1,5o
7.	Aliaje Al-Si, Al-Mg.	1,oo-1,25

Contracţiile în volum au valori de 3-5 ori mai mari, la fiecare aliaj.

Valorile concrete ale contracţiei depind de: fluiditate, natura şi rugozitatea pereţilor cavităţii, gradul de supraîncălzire a aliajului, rigiditatea formei ş.a.

In fig.6.3. se prezintă o formă obişnuită realizată în două rame, avînd un miez cilindric, destinat obţinerii unui gol în piesă.

./.

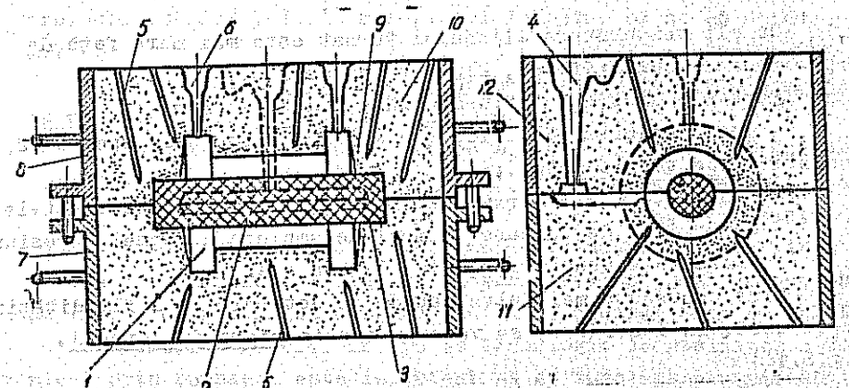


Fig. 6.3. Formă din amestec cu miez, asamblată.

Cavitatea formei (1) are configuraţia piesei ce se toarnă, miezul (2) sprijinit pe mărci (3) determină golul interior al piesei turnate; reţeaua de turnare (4) care serveşte la introducerea metalului lichid în formă, canalele de aerisire (5) şi răsuflătoarele (6) sînt necesare pentru evacuarea gazelor. Ramele (7,8) sînt umplute cu amestec de formare îndesat, amestec de model (9) - lîngă cavitate şi amestec de umplere (10) - în restul formei.

Partea formei, cuprinsă în rama de sus se numeşte semiforma superioară (12). Suprafeţa care desparte forma în cele două semiforme se numeşte suprafaţă de separaţie.

Metalul lichid se introduce în cavitatea formei prin reţeaua de turnare, al cărui model este reprezentat în fig.6.4.

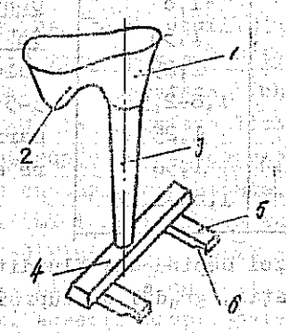


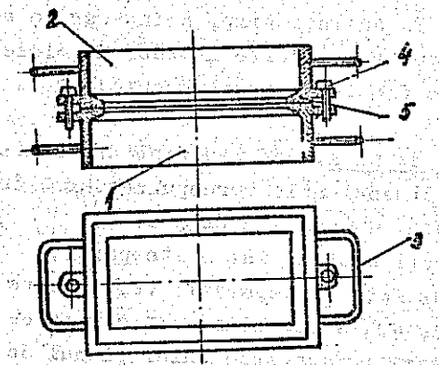
Fig. 6.4. Reţeaua de turnare.
- model -

Ea este compusă din pîlnia (1) prin care se toarnă metalul lichid prevăzută cu cupa 2 care primeşte jetul de metal, piciorul 3, canalul de distribuţie (4) şi alimentatorii (5) avînd în apropierea cavităţii formei o porţiune îngustă denumită atac (6) ce uşurează îndepărtarea reţelei de turnare de pe piesă în cursul operaţiei de curăţire.

Forma se realizează prin îndesarea uşoară a amestecului de formare, în rame. Ansamblul a două rame se prezintă în fig.6.5.

Pentru realizarea cavităţii, se folosesc modele.

./.



1. rama inferioară
2. rama superioară
3. mînere
4. tije de centrare
5. guler

Pentru forma din fig.6.3. se foloseşte modelul din fig.6.6, secţionat printr-un plan de separaţie, în două părţi componente centrate reciproc prin cepuri, respectiv orificii de centrare.

Fig.6.5. Pereche de rame de formare.

La construcţia sa se prevăd adaosuri de prelucrare, adaosuri tehnologice, precum şi mărci, servind la imprimarea în amestecul de formare a cavităţilor pentru rezemarea miezurilor.

Dimensiunile lineare ale modelului sînt majorate faţă de cele ale piesei brut turnate (măsurate la temperatura ambiantă) pentru a compensa efectul contracţiei termice ce se manifestă în cursul răcirii şi solidificării metalului turnat în formă.

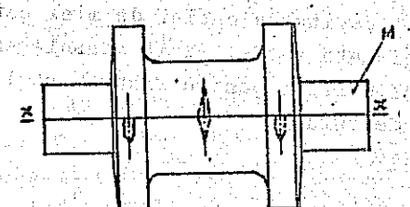


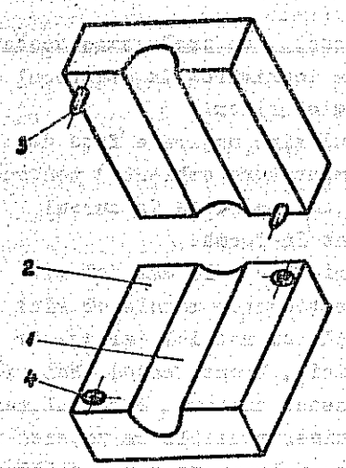
Fig.6.6. Modelul secţionat:
M - marcă
x-x - plan de separaţie

Materialele cele mai folosite la confecţionarea modelelor sînt : lemnul sau metalul (aliaje de aluminiu, bronz, fontă). Mai rar se folosesc: ghipsul, cimentul, maselе plastice. Modelele se vopsesc pentru a le proteja de umiditate şi pentru a le marca în culori convenţionale de identificare. Astfel, pentru piese din fontă se foloseşte culoarea roşie, pentru oţel, albastru, iar pentru aliaje neferoase se foloseşte culoarea galben sau lacul incolor.

./.

Suprafaţa de separaţie se vopseşte în verde, mărcile în negru, iar suprafeţele care vor fi prelucrate mecanic se haşurează eventual cu linii negre sau galbene. In acelaşi timp, prin vopsire se obţin suprafeţe exterioare mai rezistente şi foarte netede. Modelele reţelei de turnare sînt confecţionate dintr-o singură bucată, sau din mai multe, de regulă din lemn.

Miezurile se execută în cutii de miez. Acestea sînt prevăzute cu o cavitate avînd configuraţia şi dimensiunile corespunzătoare, în care se va îndesa amestecul de formare. Cutia de miez poate fi dintr-o bucată sau, mai des, este secţionată în mai multe părţi, (fig.6.7.) prin intermediul unor suprafeţe de separaţie (2) plasate astfel încît să permită extragerea uşoară a miezului, din cavitatea (1). La miezurile simetrice, această suprafaţă este chiar planul de simetrie. Părţile componente ale cutiei se centrează reciproc cu ajutorul a două cepuri (3), respectiv orificii de ghidare (4) plasate la distanţă cît mai mare unul de celălalt.



Materialele cele mai utilizate sînt lemnul sau metalul. Cutiile de miez se execută odată cu modelul respectiv, luîndu-se în consideraţie aceleaşi prescripţii privind adaosurile de material (de prelucrare, tehnologice, de contracţie), înclinările şi racordările necesare. Vopsirea se face în mod similar cu modelul.

Cavitatea cutiei de miez este dimensionată astfel încît miezul rezultat să aibă mărcile pentru fixarea sa în forma de turnare.

Fig67: Cutia de miez.

La confecţionarea miezurilor se foloseşte amestec special de miez, avînd permeabilitate şi rezistenţă mecanică, superioare. Pentru creşterea rezistenţei miezului, în acesta se introduc armături metalice.

./.

Atît modelul cît şi cutiile de miez se pudrează cu o pudră de izolaţie.

Ea are rolul de a preveni aderenţa amestecului de formare la model şi aderenţa dintre cele două semiforme. In acest scop se poate folosi pudră de licopodiu, obţinută din sporii algei Licopodium Clavitum, sau un material mai ieftin - praful de cuarţ (marşalita) obţinut prin măcinarea fină a nisipului cuarţos.

Cu aceeaşi pudră se pudrează şi planul de separaţie al formei, respectiv planşeta pe care se materializează iniţial aceasta.

La formare şi miezuire se folosesc sculele din fig.6.8.

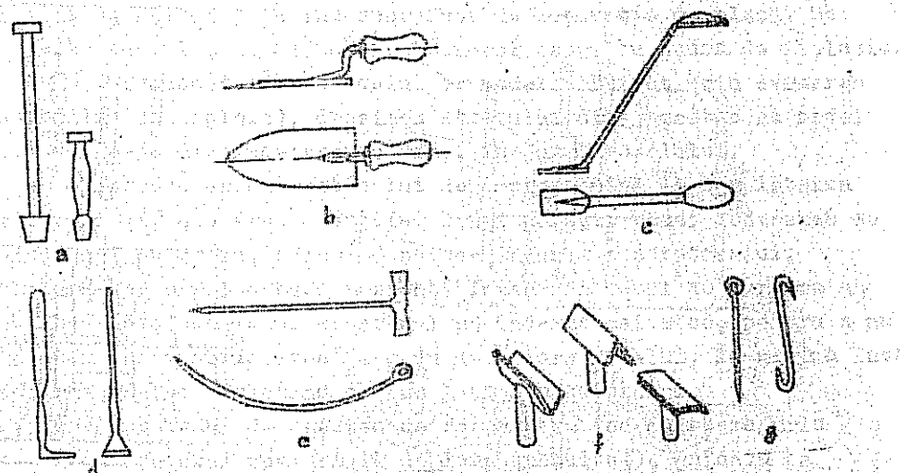


Fig.6.8. Unelte folosite la formare :
a) t tătoare manuale; b) troilă; c) lanţetă; d) croşetă; e)vergelă; f) netezitoare; g) cîrlige pentru demulare.

LUCRAREA NR.6

2. Tema practică.

In cadrul lucrării practice de laborator studenţii vor realiza o formă după metodica operatorie descrisă în lucrare, cu ajutorul modelelor existente în laborator, vor executa schiţe ale fazelor formării şi vor obţine o piesă turnată dintr-un aliaj cu compoziţia chimică indicată de cadrul didactic.Turnarea se va realiza în forma crudă. După dezbatere se va examina piesa în vederea stabilirii legăturii dintre calitatea suprafeţei, eventualele defecte ale piesei turnate pe de o parte şi respectiv abaterile de la metodica operatorie şi eventualele greşeli de proiectare a formei piesei turnate şi modelului, pe de altă parte.

./.

Se vor mai efectua experimente privind: fluiditatea (cu ajutorul unor probe în spirală), determinarea mărimii retasurii şi a contracţiei liniare în stare solidă.

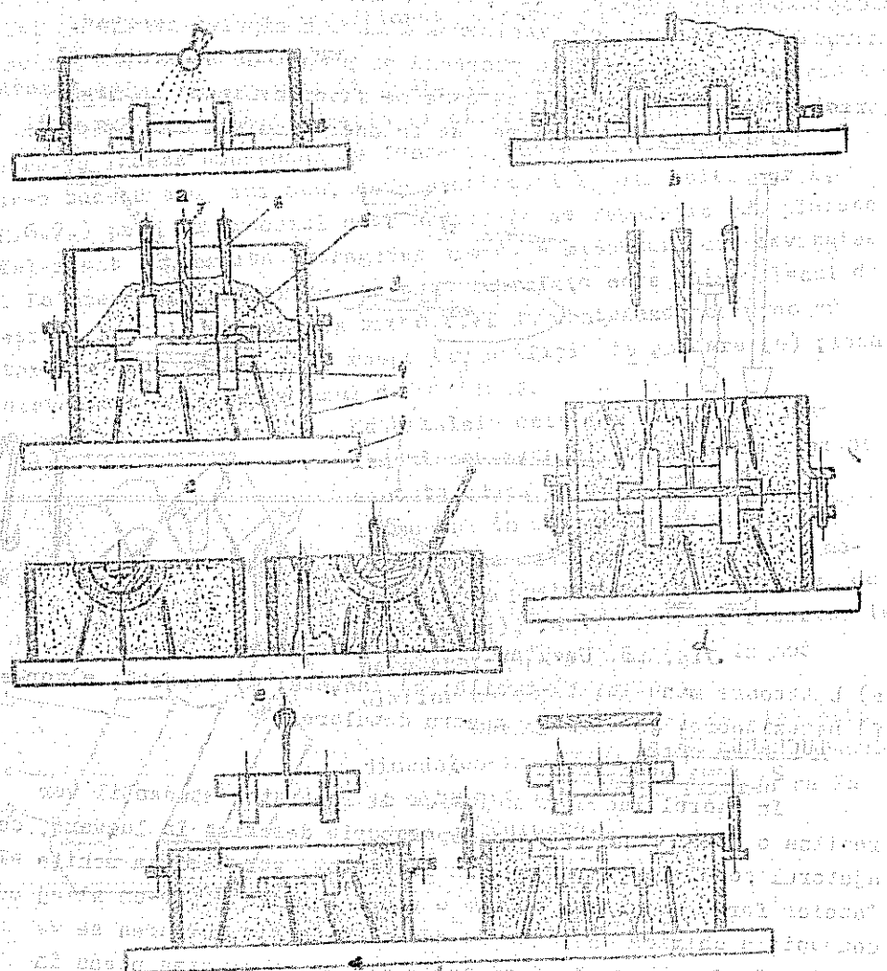


Fig.6.9. Formarea în două rame cu model secţionat.
1) Placa de formare; 2) Rama inferioară; 3) Rama superioară; 4) Model secţionat; 5) Modelul canalului de distribuţie; 6) Modelul răsuflătoarei; 7) Modelul piciorului pîlniei de turnare.

./.

3. Modul de lucru.

Studenţii vor fi împărţiţi în subgrupe, la indicaţia cadrelor didactice, fiecare subgrupă realizînd practic diferite operaţii ale temei şi făcînd în final schimb de informaţii.

3.1. Realizarea formei de turnare a piesei.

Studenţii vor executa şi vor schiţa fazele de realizare a unei forme utilizînd succesiunea fazelor din figura 6.9.

Se vor parcurge următoarele faze :

a) Aşezarea pe placă a ramei inferioare cu urechile de centrare în jos, în interiorul căreia se aşază semimodelul inferior (cel cu orificii de ghidare), avînd suprafaţa de separaţie pe placă. Se pudrează modelul şi placa din interiorul ramei cu pudră de izolaţie.

- Introducerea amestecului de model (obţinut prin cernerea amestecului de umplere). Grosimea stratului din amestec de model va fi de 2o-3o mm. Indesare cu mîna, în jurul modelului.

- Introducerea amestecului de umplere pînă la completarea semiformei şi îndesarea acestuia. Lîngă pereţii ramei îndesarea se va face mai puternic, folosind partea îngustă a bătătorului, obţinîndu-se astfel o bună aderenţă între amestecul de formare şi ramă. Deasupra modelului amestecul se îndeasă mai slab, pentru a nu se micşora permeabilitatea şi a nu deteriora modelul. In ultimă fază, îndesarea se face folosind partea lată a bătătorului.

b) Surplusul de amestec de formare se îndepărtează prin răzuire cu ajutorul unei rigle de lemn (răzuitor), ghidată pe marginile superioare ale ramei. Se obţine astfel o suprafaţă plană necesară pentru aşezarea corectă a semiformei pe planşetă sau pe patul de turnare.

- Cu ajutorul vergelei de oţel se execută canalele de aerisire, avînd rolul de a uşura evacuarea gazelor degajate în timpul turnării. Dacă gazele degajate nu sînt evacuate repede din formă ele pot provoca rebutarea piesei turnate prin apariţia defectelor de sufluri. Gazele provin din aerul care se găseşte în cavitate, din metalul lichid, din evaporarea apei aflată în formele crude şi din descompunerea sau arderea unor substanţe şi impurităţi aflate în amestecul de formare, în miezuri etc.

Canalele de aerisire pătrund în formă pînă la distanţa de 10-3o mm de suprafaţa modelului. Nu este permisă înţeparea modelului cu vergeaua de oţel, fiindcă i se deteriorează suprafaţa de lucru şi se creează posibilitatea scurgerii prin canalele de aerisire a metalului turnat din cavitatea formei.

./.

Folosind mînerele ramei, se întoarce semiforma inferioară cu 180° şi se aşează pe placa de formare curăţată de amestec, cu suprafaţa de separaţie în sus. Suprafaţa de separaţie se netezeşte şi se repară, dacă este cazul, cu ajutorul troilei şi al lanţetei.

c) In vederea realizării semiformei superioare se vor parcurge următoarele etape :

- Se asamblează modelul, centrînd partea prevăzută cu cepuri peste cealaltă parte, aflată în semiforma inferioară şi se pudrează cu pudră de izolaţie atît modelul cît şi întreaga suprafaţă de separaţie.

- Se montează rama superioară, centrînd-o faţă de cea inferioară, apoi se aşează în formă modelele reţelei de turnare (piciorul pîlniei, eventual canalul de distribuţie) şi modelele răsuflătoarelor. Se recomandă ca reţeaua de turnare să fie astfel amplasată încît alimentatoarele să aibă o lungime de cca 30 mm şi să conducă metalul în cavitatea formei paralel cu peretele sau nervura piesei. In felul acesta metalul va curge mai lin şi va spăla mai puţin forma. De asemenea, se recomandă ca metalul să fie introdus în porţiunea în care piesa are pereţi subţiri şi răcirea ei este intensă. Procedînd în acest mod piesa se va răci mai uniform, micşorîndu-se tensiunile interne, deformaţiile şi retasurile. Modelele răsuflătoarelor se asamblează în porţiunile cele mai înalte ale piesei. Pentru piese simple pot fi aşezate direct pe suprafaţa de separaţie.

- Se introduce şi se îndeasă amestecul de model şi amestecul de umplere, procedînd în acelaşi fel şi la semiforma inferioară. Modelele piciorului pîlniei de turnare şi al răsuflătoarelor vor fi menţinute în poziţie verticală.

- Se îndepărtează surplusul de material şi se execută canalele de aerisire.

d) Cu ajutorul lanţetei se taie pîlnia de turnare cu cupa respectivă şi pîlniile răsuflătoarelor, apoi se extrag din formă modelele piciorului pîlniei şi răsuflătoarelor. Suprafaţa interioară a pîlniei de turnare va fi bine netezită, racordînd colţurile, pentru ca metalul turnat să nu spele amestecul de formare, antrenîndu-l înspre cavitatea formei.

e) Se deschide cu atenţie forma aşezînd alături ambele semiforme cu suprafaţa de separaţie în sus, pe placa curăţată în prealabil. De pe semiforma inferioară se îndepărtează (prin suflare) amestecul de formare căzut prin piciorul pîlniei de turnare.

./.

Nu este permis ca, în această fază, să se execute netezirea suprafeţelor de separaţie, fiindcă se creează un spaţiu între cele două semiforme. Datorită acestui spaţiu, metalul lichid poate curge în afară sau se obţin piese cu bavură exagerat de mare.

- In semiforma inferioară se execută alimentatoarele, tăind şi netezind amestecul de formare cu ajutorul lanţetei. Se uneşte astfel canalul de distribuţie (sau piciorul pîlniei de turnare) cu cavitatea formei obţinîndu-se şi secţiunea corespunzătoare a porţiunilor de atac. Dacă răsuflătoarea este plasată în suprafaţa de separaţie, piciorul ei se uneşte cu cavitatea formei printr-un canal similar cu alimentatorul. Operaţiunile menţionate se execută numai în semiforma inferioară.

f) Demularea care urmează, trebuie să fie executată cu deosebită grijă. La început se umezeşte cu pensula amestecul de formare din vecinătatea modelului (fig.6.2o e) apoi, folosind ciocanul de lemn, se introduce cîrligul de demulare în orificiul corespunzător al jumătăţii de model. Se bate uşor cîrligul în plan orizontal, după mai multe direcţii, lărgind astfel puţin cavitatea formei şi detaşînd amestecul de formare de model. In sfîrşit, modelul se scoate cu mîna din formă, ridicîndu-l atent cu cîrligul de demulare. Similar se procedează pentru toate părţile de model din cele două semiforme. Eventualele mici reparaţii şi extragerea amestecului căzut în cavitatea formei se vor executa cu uneltele de formare din trusă.

Urmează: aşezarea miezului în mărci şi asamblarea formei, ca în fig. 6.3.

După asamblarea formei şi elaborarea aliajului de turnat, se toarnă metalul în formă, se cronometrează timpul de solidificare şi se execută dezbaterea piesei din formă, după circa 15 minute de la turnare.

Se va studia piesa rezultată, făcîndu-se schiţa acesteia, cu evidenţierea pe schiţă a defectelor apărute.

Intr-o şedinţă de laborator separată, se vor efectua demonstrativ, în laboratorul de turnare al facultăţii de metalurgie, de realizare a unor forme nepermanente, prin procedee speciale.

3.2. Turnarea în forme metalice(cochile)

In paralel cu turnarea în forme nepermanente se va realiza şi un semifabricat în cochilă, în vederea comparării tehnico-economice a celor două procedee.

Studenţii vor studia cochilele, observînd forma cavităţii, mărcile, miezurile, canalele de aerisire, rugozitatea suprafeţelor utile ale cochilei, modul de asamblare a acesteia şi timpul de pregătire a cochilei pentru turnare, comparativ cu cel necesar la formare şi asamblarea formei obişnuite.

Schiţa unor cochile se prezintă în fig.6.1o.

Studenţii vor executa schiţa cochilei utilizată practic la formare şi vor nota măsurile luate pentru împiedicarea aderării metalului turnat la pereţii cochilei, ca şi pentru diminuarea tensiunilor apărute în piesă în timpul răcirii ei, (în timp ce cochila se încălzeşte preluînd căldura degajată de materialul turnat).

După extragerea piesei din cochilă se va studia atent suprafeţele acesteia, apreciindu-se rugozitatea R_a şi observînd eventualele defecte de turnare apărute.

Se va compara calitatea piesei turnate în cochilă cu cea a piesei turnate în forme obişnuite, ca şi cu cele ale unor piese executate prin alte procedee, existente în laborator.

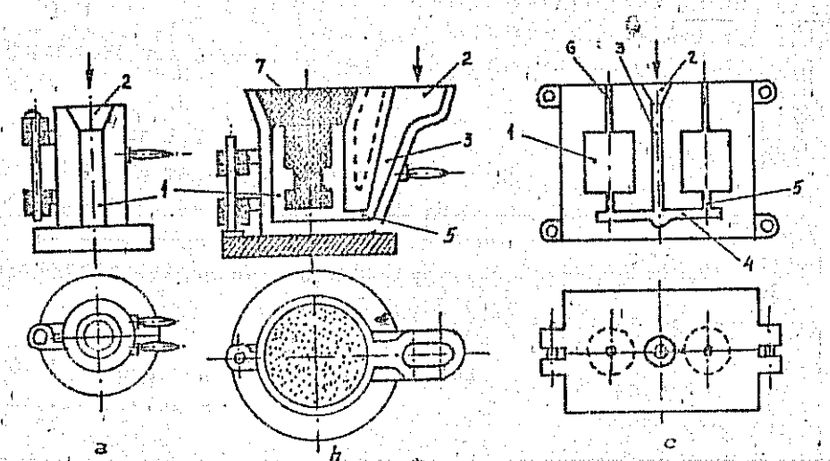


Fig.6.1o. Forme metalice

1-Cavitatea formei; 2- pîlnia de turnare; 3- piciorul pîlniei; 4-canal distribuţie; 5- alimentator; 6-răsuflător;7-miez

3.3. Determinarea fluidităţii prin metoda spiralei

Folosind tehnica operatorie descrisă anterior, o subgrupă de studenţi va realiza o formă de turnare avînd cavitate în spirală (cu secţiune constantă — fig.6.11.). Pentru realizarea formei se va folosi o placă-modul prezentată în fig.6.12.

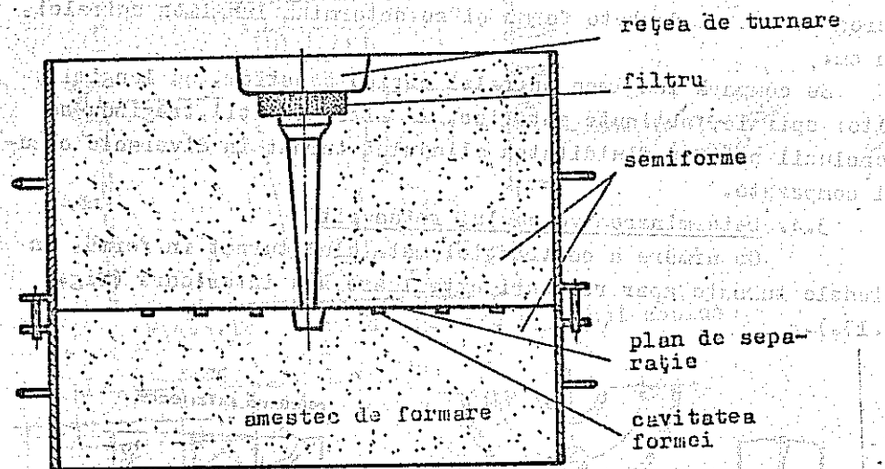


Fig.6.11. Forma de turnare a probei -spirală

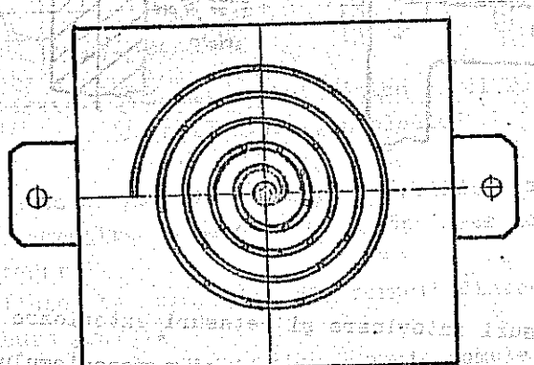


Fig.6.12.Placă-model pentru proba-spirală

Fluiditatea se apreciază pe baza lungimii porţiunii din spirala umplută cu aliaj pînă la solidificoare. Pentru a uşura aprecierea acestei lungimi, pe modelul spiralei s-au prevăzut repere din 5o în 5o mm. Pentru a asigura aceleaşi condiţii de umplere a formei se recomandă turnarea prin intermediul unui filtru cu trei orificii de Ø 6 mm.

Se efectuează turnarea metalului în formă, iar după solidificarea probei se dezbate forma şi se determină lungimea spiralei, în cm.

Se compară lungimea spiralei obţinută astfel, cu lungimile altor spirale, obţinute anterior, în alte condiţii, trăgîndu-se concluzii privind fluiditatea aliajului turnat în diversele cazuri comparate.

3.4. Determinarea volumului retasurii

Ca urmare a contracţiei metalului turnat în formă, în piesele turnate apar retasuri exterioare sau interioare (fig. 6.13.).

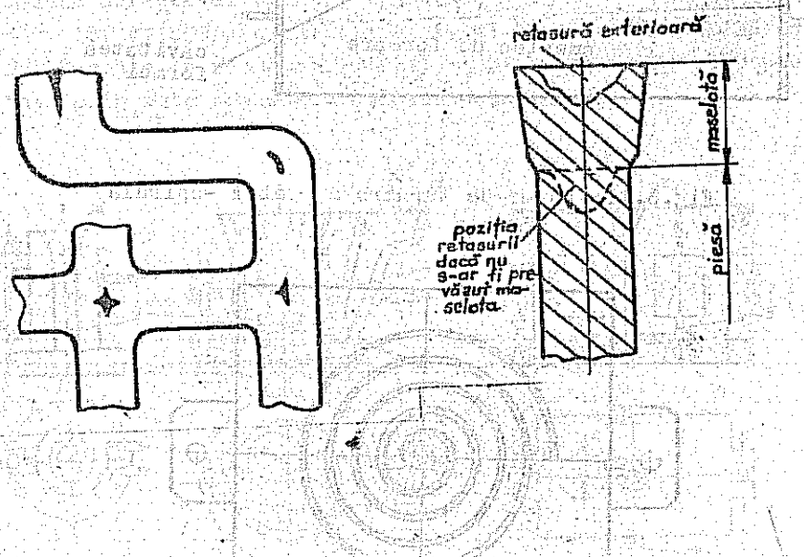


Fig.6.13. Retasuri interioare şi retasuri exterioare

Cunoaşterea volumului retasurii şi a mecanismului formării ei permite luarea unor măsuri tehnologice sau constructive pentru prevenirea lor, ca de exemplu, adăogarea unor maselote la

semifabricatele turnate.

Pentru determinarea volumului retasurii se utilizează o probă conică avînd partea inferioară sferică, iar la partea superioară un colector de metal care favorizează obţinerea unei retasuri concentrate, exterioare.

Se va realiza o formă de turnare ca în fig.6.14., folosindu-se un model prezentat în fig.6.15.

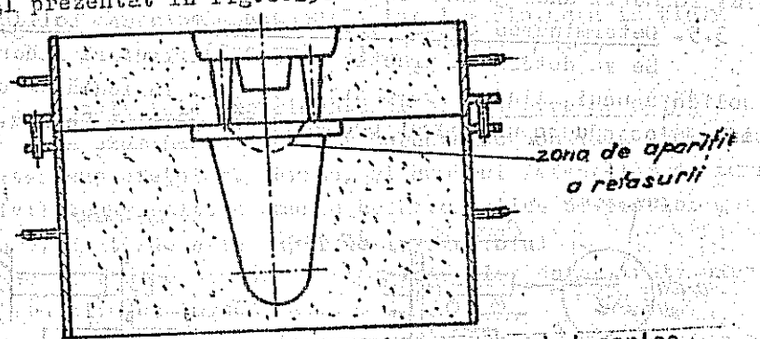


Fig.6.14. Forma de turnare a probei conice

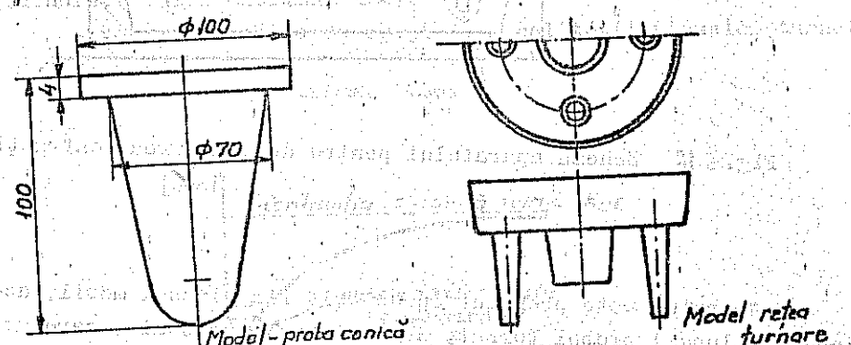


Fig.6.15. Modelul probei conice şi al reţelei de alimentare „în ploaie"

După executarea formei, turnarea şi solidificarea aliajului, dezbaterea şi curăţirea epruvetei se poate trece la determinarea volumului retasurii.

In acest scop se foloseşte apă, turnată dintr-un cilindru gradat, în retasura probei.

Volumul de apă turnat trebuie să umple complet volumul retasurii.

Se va calcula valoarea relativă a volumului retasurii V_{ret} ($\%$), raportînd volumul absolut al retasurii; V_r la volumul

epruvetei fără retasură, V_e .

$$V_{ret} = \frac{V_r}{V_e} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (1)$$

Valorile V_{ret} variază la diverse aliaje, între 0,5% şi 13%.

Cu cît valoarea V_{ret} este mai mare, cu atît mai mare este pericolul formării unor goluri în semifabricatele turnate.

3.5. Determinarea contracţiei liniare în stare solidă

Se va determina practic contracţia liniară liberă în stare solidă a unui aliaj cu compoziţia chimică indicată de cadrul didactic, folosindu-se un aparat prezentat principial în fig.6.16.

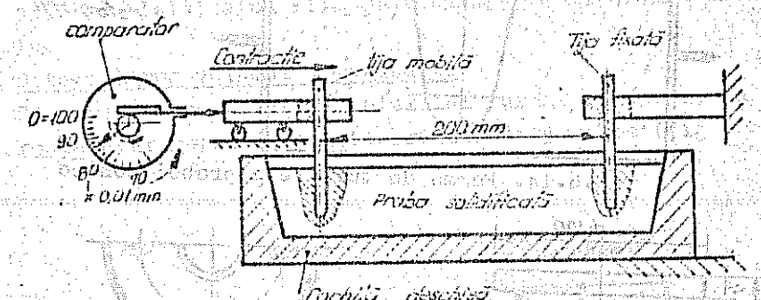


Fig. 6.16 Schema aparatului pentru determinarea contracţiei

Aparatul este prevăzut cu un bolţ fix şi unul mobil, acţionat în lungul probei turnate, de contracţia acesteia, care se citeşte (în sutimi de mm) pe cadranul comparatorului.

Atenţie: acul comparatorului porneşte de la reperul „100" spre „0", deci contracţia la un moment dat este dată de diferenţa dintre 100 şi valoarea indicată de ac. După o rotaţie completă se adaogă 100 de sutimi de mm, adică 1 mm !

Studenţii vor studia construcţia aparatului şi vor regla poziţia reciprocă a celor două bolţuri la o distanţă de 200 mm.

In timpul desfăşurării lucrării, studenţii îşi vor nota valorile contracţiei (în mm), indicate de ceasul comparator la intervale de 10 sec. Pe baza acestor notaţii vor trasa curba de variaţie a contracţiei liniare absolute în funcţie de timp.

Se va calcula contracţia liniară finală în stare solidă în procente, cu relaţia:

$$K_{LS} = \frac{K_{at}}{l_o} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (2)$$

unde:

K_{at} este contracţia absolută, iar l_o - distanţa iniţială între repere (200 mm). (vezi şi fig.6.16.)

4. Rezultatele experimentelor şi interpretarea lor

La examinarea pieselor turnate se constată şi se compară rugozitatea suprafeţelor, mărimea şi numărul defectelor de turnare, productivitatea şi alte elemente caracteristice diverselor metode de turnare, legate de cele cuprinse în capitolul 3.

Se va face o sinteză a proprietăţilor determinate experimental, pentru aliajul turnat.

Se vor arăta avantajele şi dezavantajele diferitelor metode de turnare.

Se vor arăta căile de creştere a calităţii pieselor turnate.

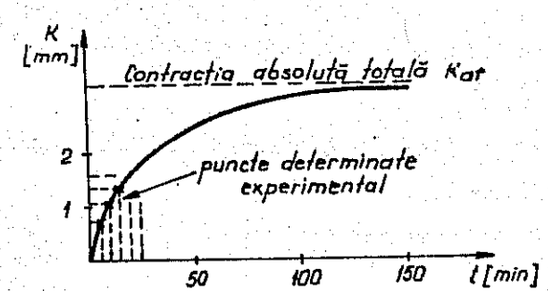


Fig. 6.16

C A P I T O L U L 7

DEFECTOSCOPIE

1. Noţiuni de bază

Prin defectoscopie se înţelege un ansamblu de încercări efectuate în scopul punerii în evidenţă a eventualelor defecte existente în obiectele supuse controlului.

Defectele pot fi: de suprafaţă, în apropierea suprafeţei sau de interior.

Metodele utilizate pentru detectarea defectelor sînt foarte numeroase şi variate, o răspîndire mai largă avînd-o următoarele metode: cu ultrasunete, cu pulberi magnetice, cu radiaţii penetrante, cu lichide penetrante şi combinate.

2. Tema practică

Studenţii vor efectua lucrări de defectoscopie cu ultrasunete, cu raze X, cu substanţe penetrante şi defectoscopie magnetică, însuşindu-şi schemele de principiu, modul de lucru şi aparatura utilizată.

3. LUCRAREA NR. 7 -DEFECTOSCOPIA CU ULTRASUNETE

3.1. Palpatoare

In defectoscopia ultrasonică se folosesc ultrasunete de intensităţi mici şi de frecvenţe ridicate (de ordinul megahertzilor). De aceea, se utilizează în exclusivitate undele produse pe cale piezoelectrică. Se foloseşte cuarţul sub formă de plăcuţe tăiate după anumite plane cristalografice, dintr-un monocristal sau, dintre materialele feroelectrice policristaline se folosesc ceramicele din titanat de bariu ($BaTiO_3$). Plăcuţele de cuarţ sau de $BaTiO_3$ sînt introduse în dispozitive speciale numite palpatoare care, puse în contact cu suprafaţa piesei respective, transmit fascicolul ultrasonic în interiorul ei. In general, un palpator (fig. 7.1.a) este alcătuit din cristalul piezoceramic sau

piezoelectric 1 pe feţele căruia vin în contact conductorii electrici 2, ce fac legătura cu fişa de cuplare 3 legată în circuitul de alimentare cu curent alternativ de înaltă frecvenţă. Ultrasunetele produse de oscilator sînt transmise printr-un strat de plexiglas 4, apărat de o folie protectoare 5, strînsă pe carcasa 7 de inelul 6. Pentru producerea undelor transversale se foloseşte un palpator înclinat care introduce ultrasunetele în piesa cercetată sub un unghi mai mare decît primul unghi critic (fig. 7.1.b).

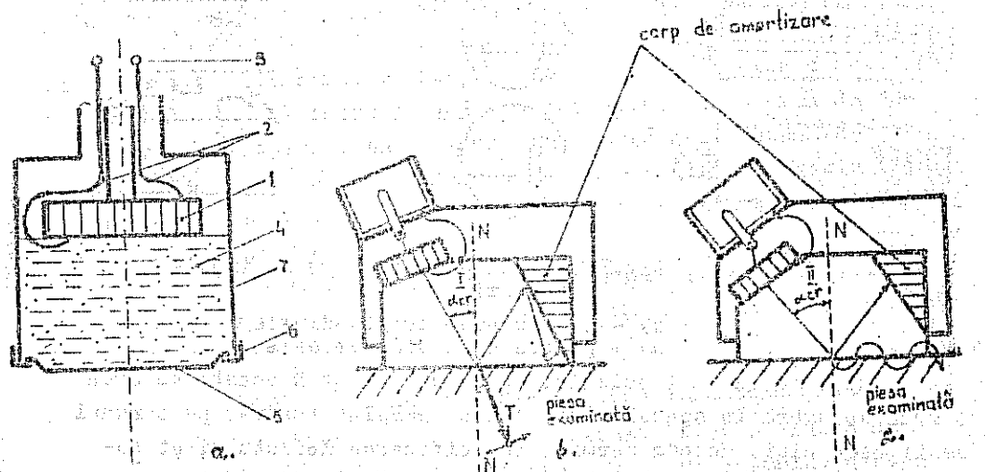


Fig.7.1. Tipuri de palpatoare
a) - construcţie generală
b) - pentru unde transversale
c) - pentru unde de suprafaţă

Pentru producerea undelor de suprafaţă se folosesc palpatoare înclinate, la care undele sînt introduse în piesa cercetată sub un unghi mai mare decît al doilea unghi critic (fig. 7.1.c), încît undele reflectate de suprafaţa de ieşire să nu mai ajungă pe cristal, ci pe un corp de amortizare.

3.2. Metode şi tehnici de defectoscopie ultrasonică

Metodele de control nedistructiv cu ultrasunete pot fi clasificate după sistemul de unde folosite precum şi după modul de examinare a defectelor, după care se diferenţiază şi aparatele folosite. Există următoarele metode:

3.2.1. Metoda de examinare cu impuls transmis utilizează două palpatoare: unul emiţător E şi altul receptor R, plasate unul pe o suprafaţă iar celălalt pe suprafaţa opusă ca în figura 7.2.a. pentru unde longitudinale şi fig.7.2.b. pentru unde transversale. Impulsul recepţionat este vizualizat pe ecranul unui osciloscop.

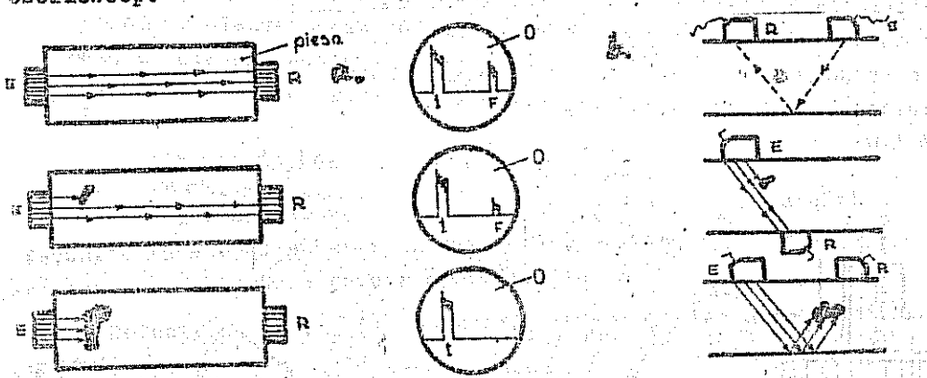


Fig.7.2. Metoda de examinare cu impuls transmis
a) - pentru unde longitudinale
b) - pentru unde transversale

Dacă în calea impulsului apare un defect D acesta va crea o zonă de umbră în spatele lui, lucru semnalat imediat pe ecranul osciloscopului. Metoda permite identificarea defectului şi mărimea proiecţiei lui pe un plan perpendicular pe direcţia de transmitere a impulsului, dar nu dă indicaţii cu privire la poziţia defectului. Această metodă se foloseşte la examinarea plăcilor, tablelor şi benzilor cu grosimi pînă la 200...500 mm.

3.2.2. Metoda de examinare cu impuls reflectat are la bază identificarea defectelor prin diferenţierea după timpul de parcurs al impulsurilor ultrasonice, reflectate de defect şi de suprafeţele exterioare ale piesei. Se foloseşte un singur palpator emiţător-receptor E/R.

Trenul de unde emis parcurge piesa şi se reflectă fie de către eventualele defecte ale materialului, fie pe peretele opus revenind către palpator care le recepţionează şi le transmite pe ecranul osciloscopului. Pe ecranul osciloscopului apare o succesiune de impulsuri (fig.7.3.) indicînd: semnalul de intrare I, semnalul de fund F, şi între ele semnalele de defect D_1 şi D_2.

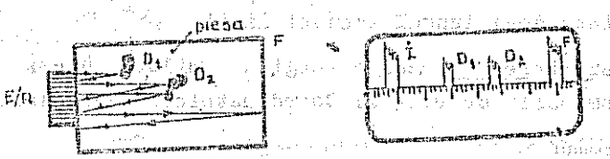


Fig.7.3.
Examinarea cu impuls reflectat

Această metodă prezintă o serie de avantaje faţă de celelalte metode de control ultrasonic, ca: determinarea cu precizie a poziţiei defectului, limite foarte largi atît în ceea ce priveşte dimensiunile şi forma piesei cît şi natura defectelor căutate, comoditatea manevrării unui singur palpator etc. Adîncimea maximă de pătrundere a undelor ultrasonice variază la oţel între 3 şi 15 m, iar adîncimea minimă de detectare a defectului (zona moartă - distanţa de la suprafaţa palpatorului, măsurată în interiorul materialului de examinat în limitele căreia sensibilitatea scade sub o valoare admisibilă dată) între 3 şi 8 mm.

Suprafaţa minimă a defectului perceput este de 0,7...2,0 mm^2, frecvenţa de lucru este de ordinul 0,25...10 MHz iar durata impulsurilor de 0,5...10 s.

3.3. Aparate folosite pentru controlul cu ultrasunete

După modalitatea de afişare a rezultatelor obţinute se deosebesc mai multe tipuri de defectoscoape. De exemplu, pentru controlul unei piese oarecare (fig.7.4.a.) cu un defect oarecare există mai multe moduri de prezentare (fig.7.4.b.c.):

- modul de prezentare "A" este cel mai uzual. Redă pe ecranul osciloscopului semnale distanţate pe orizontală proporţional cu distanţele parcurse de ultrasunete în piesă. Osciloscopul este astfel utilizat încît pentru coordonatele ecranului corespunde în abscisă timpul de parcurs al impulsului iar în ordonată, intensitatea impulsului ultrasonor;

- modul de prezentare "B" redă pe ecranul unui tub catodic cu inerţie mare, situaţia locurilor defecte într-o secţiune a piesei. Are în abscisă drumul efectuat de palpator, iar în ordonată, timpul de parcurs al impulsului. Investigaţia se face de-a lungul unei linii pe suprafaţa piesei, pe ecran apare o

secţiune a piesei tăiate de-a lungul acestei linii;

- <u>modul de prezentare "C"</u> redă o imagine similară cu cea obţinută în cazul examinării cu raze X. Coordonatele rectangulare

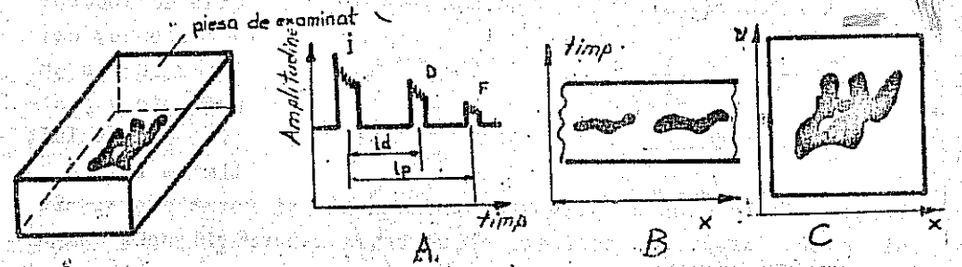


Fig.7.4. Diferite moduri de prezentare

sau plane ale ecranului corespund cu coordonatele suprafeţelor de examinare. Prezentarea "C" oferă proiecţia plană a zonei examinate investigaţia făcîndu-se pe toată suprafaţa piesei.

Dintre cele trei moduri de prezentare a rezultatelor cea mai mare răspîndire o are prezentarea "A" deoarece necesită o aparatură mai simplă.

In laborator se întîlnesc cîteva tipuri de defectoscoape cu ultrasunete moderne ca: DUK 13UM, DI 22, şi altele.

Schemele părţii frontale cu toate butoanele de reglaj şi comandă la defectoscoapele DUK 13UM şi DI22 sînt prezentate în figurile 7.5. şi 7.6.

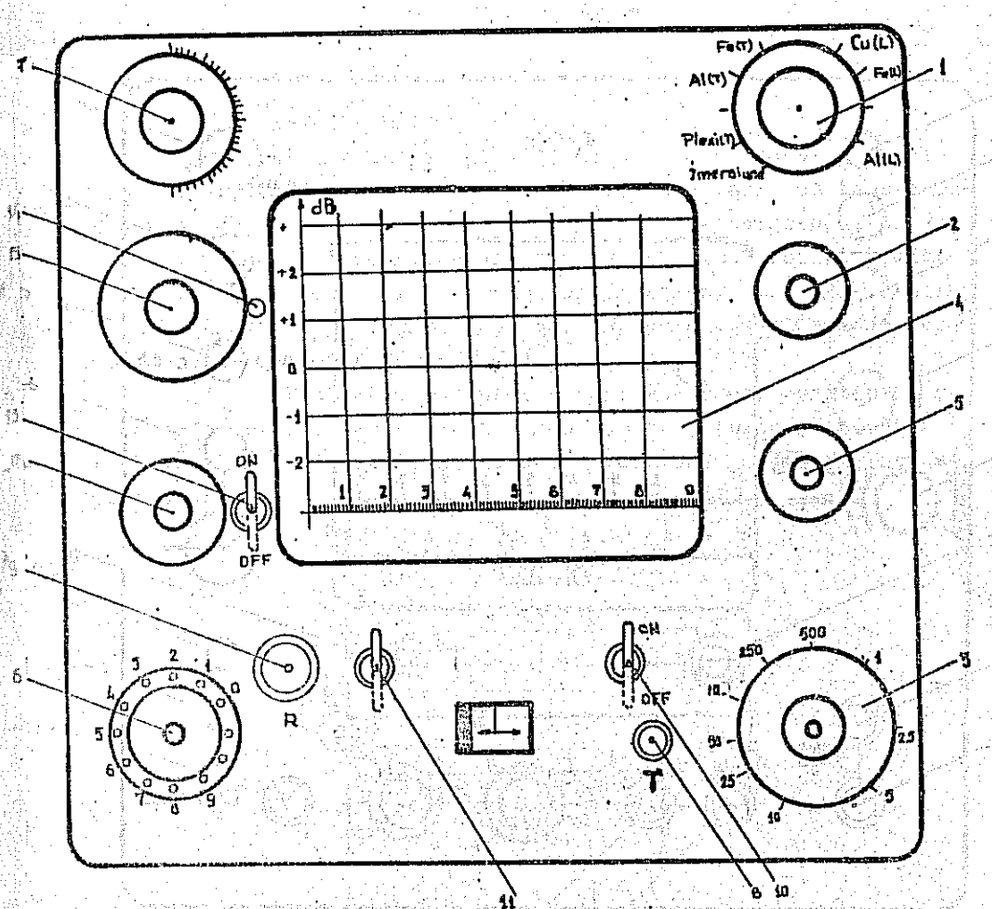


Fig.7.5.

Panoul frontal de la defectoscopul DUK 13 UM:
1 - Indexarea materialului de controlat; 2 - indexarea vitezei de propagare; 3 - reglarea adîncimii de controlat; 4 - ecranul osciloscopului; 5 - reglarea fină a intensităţii impulsurilor; 6 - reglarea brută a intensităţii impulsurilor; 7 - reglarea densităţii de energie; 8 - lucru cu impuls transmis; 9 - lucru cu unde longitudinale cu impuls reflectat; 10 - buton pornire/oprire; 11 - comutator impuls transmis sau impuls reflectat; 12 - reglarea benzii monitorului; 13 - deplasarea benzii monitorului; 14 - semnalizare optică; 15 - cuplare/decuplare monitor, selector de zonă.

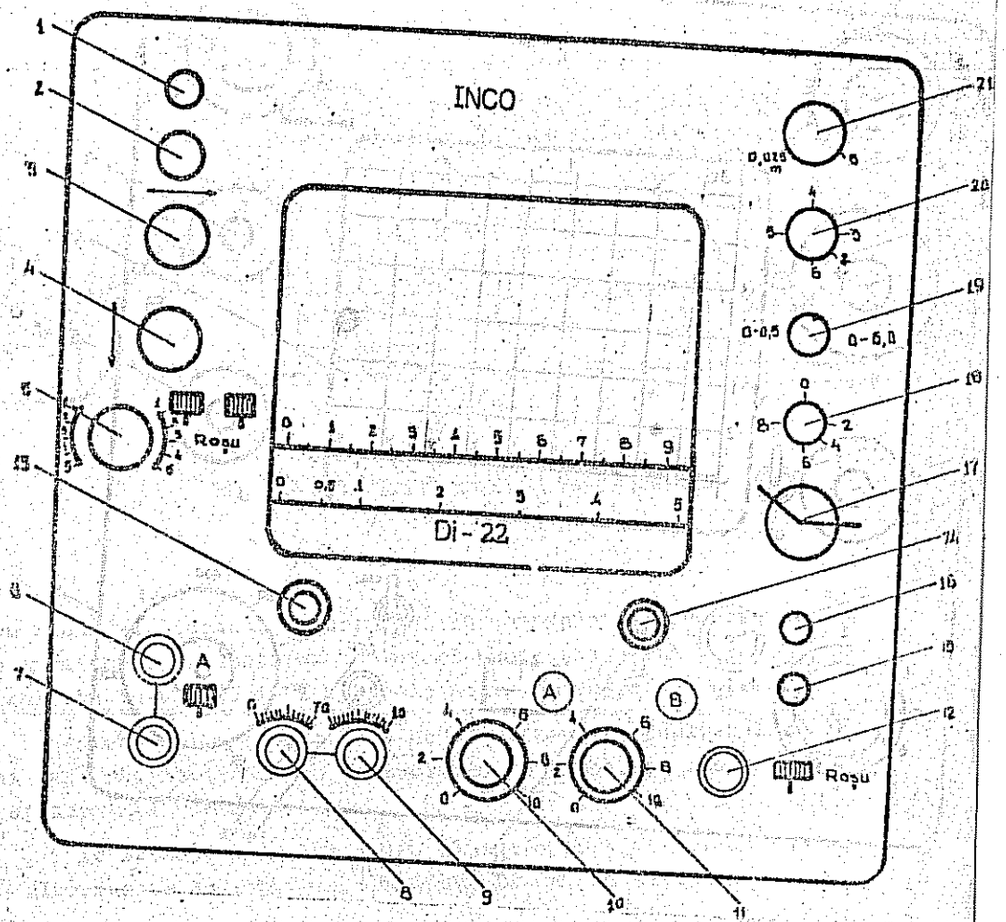


Fig.7.6.
Panoul frontal de la defectoscopul DI 22

1 - întrerupător de alimentare; 2 - reglarea clarităţii liniei pe ecran; 3 - reglarea pe orizontală a poziţiei impulsurilor; 4 - reglarea pe verticală a poziţiei impulsurilor; 5 - alegerea formei impulsului; 6-7 - mufe de cuplare în impuls transmis sau în impuls reflectat; 8-9 - reglare brută (0-70dB) şi fină (0-10dB) a intensităţii impulsului; 10 - prezentare "A"; 11- prezentare "B"; 12 - cuplare impuls transmis; 13 - reglarea intensităţii luminozităţii impulsului; 14 - reglarea intensităţii luminoase a scalei gradate; 15 - mărirea scalei monitor; 16 - micşorarea scalei monitorului selector de zonă; 17 - oprirea monitorului; 18 - deplasarea impulsului şi punerea în evidenţă a impulsului iniţial; 19 - etalonare scală grsdată; 20 - selectarea vitezei de propagare.

3.4. Modul de lucru

In laborator studenţii vor identifica defecte în piese folosind metoda de examinare cu unde longitudinale cu impuls reflectat. Se lucrează pe scala de 1 m. Se pune palpatorul pe un capăt al piesei şi se mişcă din butonul "viteză" astfel încît impulsul de emisie să fie în dreptul diviziunii zero. Se deplasează palpatorul pe suprafaţa piesei urmărindu-se ecoul de fund şi ecourile de defect (fig.7.7.)

Se va efectua schiţa piesei, precizîndu-se poziţia şi natura defectelor şi se va schiţa sub aceasta, forma şi poziţia impulsurilor de intrare, de defect şi de fund, cu cotele corespunzătoare.

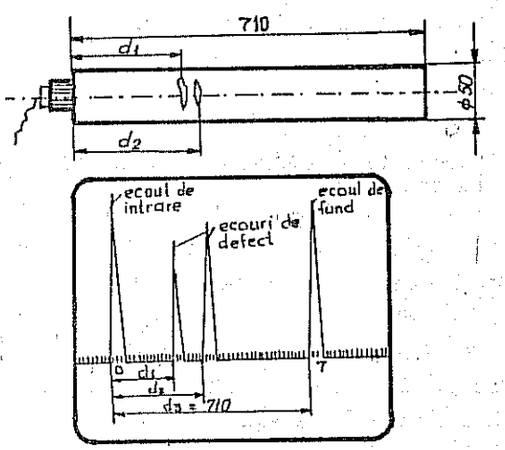


Fig.7.7.

Oscilograma în cazul examinării cu impuls reflectat

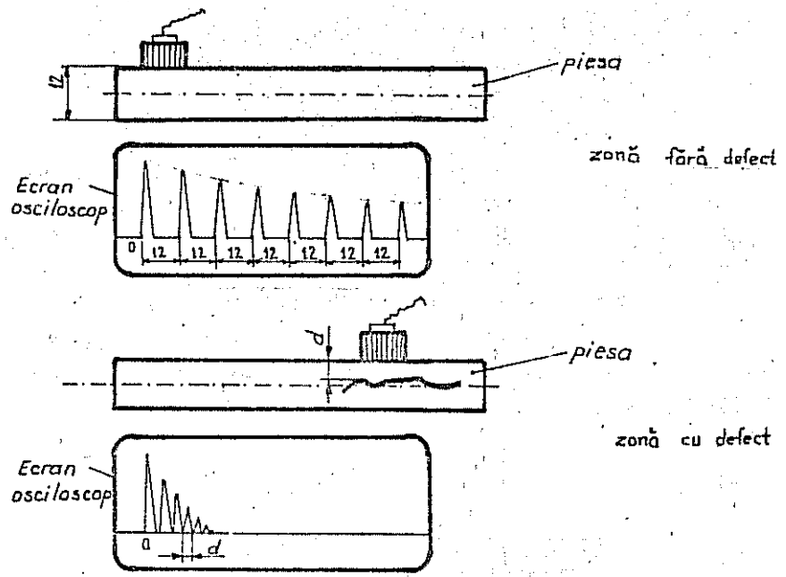


Fig.7.8.
Oscilograme în cazul examinării cu ecouri repetate

Pentru piese de grosime redusă (table, benzi, pereţii recipienţilor, ţevi cu pereţi subţiri etc.) de ordinul de mări al "zonei moarte" sau mai mică decît aceasta se va folosi exami narea "cu ecouri repetate". In cazul cînd undele se reflectă pe suprafaţa unor defecte ecourile repetate se atenuează mult mai repede decît în lipsa defectului (fig.7.8.). Defectele mari co stituie un "fund fals".

In cazul unor defecte mari se va constata deci că ecour se apropie între ele corespunzător distanţei de la suprafaţa piesei pînă la defect, atenuarea fiind mult mai rapidă decît în cazul tablelor fără defect.

Pentru o cuplare bună a palpatorului pe piesă, suprafaţ acestuia se unge cu ulei.

4. LUCRAREA NR. 8 - DEFECTOSCOPIA CU RAZE X

4.1. Obţinerea şi utilizarea radiaţiilor penetrante

Radiaţiile penetrante folosite în defectoscopie sînt ra

Diferenţa între aceste două tipuri de radiaţii constă în rovenienţa şi lungimea lor de undă.

Radiaţiile X se produc în tuburi Roentgen, în accelera- oare liniare de electroni sau în betatroane, iar radiaţiile γ e obţin prin descompunerea substanţelor radioactive (de ex.: o Co, Ir 192).

Lungimea de undă a radiaţiilor X este de 10^{-7}... 10^{-10} cm, ar a radiaţiilor γ de 10^{-10}...10^{-12} cm.

Radiaţia γ, avînd o lungime de undă mai mică decît ra- iaţia X, are o putere de pătrundere mai mare decît cea din urmă este mai dură).

Principalele proprietăţi ale radiaţiilor X şi γ, utile entru defectoscopie, sînt următoarele:

- Intensitatea radiaţiilor definită ca fiind energia care trăbate în unitatea de timp o suprafaţă egală cu unitatea, con- iderată perpendiculară pe direcţia de propagare a fasciculului at.

- Atenuarea radiaţiilor. Folosirea radiaţiilor X şi în efectoscopia nedistructivă a materialelor se bazează pe absorbţia e către materiale a radiaţiilor.

Intensitatea radiaţiei la trecerea printr-un corp variază upă o funcţie de forma:

$$I = I_0 e^{-\mu D} \qquad (7.1.)$$

nde: I_0 şi I reprezintă intensitatea radiaţiei înainte, respec- iv după, trecerea prin material;

μ - coeficient de atenuare a radiaţiei care creşte cu ensitatea corpului;

D - grosimea materialului

Dacă în interiorul corpului (fig.7.9.) se găseşte un de- ect de grosime d şi coeficient de atenuare μ', intensitatea care ezultă este:

$$I' = I_0 \cdot e^{-\mu(D - d) - \mu' d} \qquad (7.2.)$$

Aşadar la apariţia unei neomogenităţi sau unor goluri în aterial, atenuarea fasciculului de radiaţie se schimbă în această zonă.

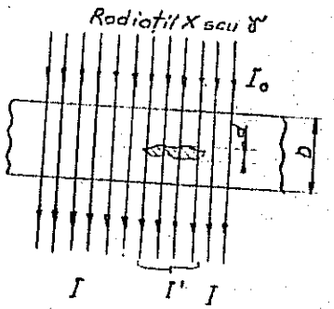


Fig. 7.9.

Prin punerea în evidență a acestor variații de atenuare se pot detecta defectele din interiorul piesei, fără distrugerea ei.

Punerea în evidență a defectelor se poate face prin impresionarea unor filme sensibile la aceste radiații (radiografie), a unor ecrane fluorescente (radioscopie), prin ionizarea unor gaze sau prin televiziune (metode T.V.-X).

In fig. 7.10. este prezentată schema unui defectoscop cu raze X.

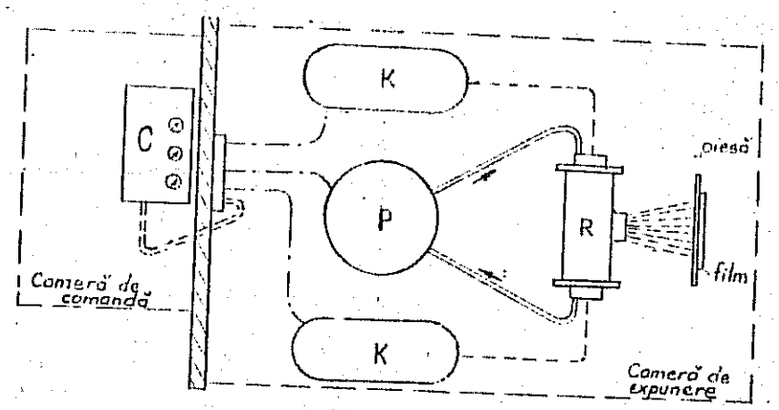


Fig.7.1o.

Părțile componente ale defectoscopului sînt:
- pupitrul de comandă, C;
- tubul Roentgen, R;
- dispozitivele de alimentare a tubului cu înaltă tensiune, K (Kenotron + transformator).

Principalele caracteristici tehnice ale unui defectoscop cu raze X sînt: tensiunea de lucru, intensitatea curentului anodic și grosimea maximă a pieselor din oțel examinate.

Din motive de protecție a muncii, pupitrul de comandă este amplasat într-o încăpere separată de restul instalației.

Incăperea în care este montată instalația are pereții zidiți cu barită, iar ușa și podeaua sînt căptușite cu plumb, aceste materiale fiind absorbante puternice ale radiațiilor.

Pentru radiografiere, radiațiile X obținute de la o sursă sînt dirijate asupra piesei și după ce o străbat, întîlnesc o casetă cu film pe care-l impresionează în funcție de grosimea și natura materialului străbătut (fig. 7.11.).

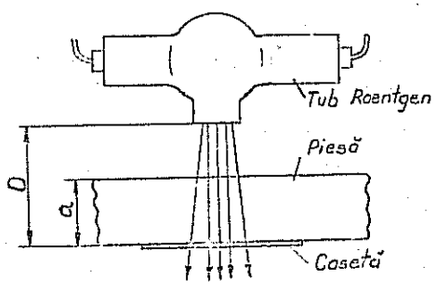


Fig.7.11.

Zonele în care se află defectele vor fi marcate pe clișeu de zone mai întunecate (mai iradiate).

Din radiațiile X sau γ care au străbătut piesa examinată, numai o parte (circa 1%) produc efectul fotochimic în emulsia filmului: restul, traversează complet filmul, dată fiind marea lor putere de penetrare.

Pentru a intensifica totuși acest efect și a reduce timpul de expunere se folosesc ecranele intensificatoare metalice (din Pb) sau ecranele fluorescente.

Ecranele metalice sînt folii din plumb amplasate în față și în spatele filmului (fig. 7.12.). Grosimea foliei este de o,o2...o,15 mm pentru ecranele din față și o,1o-o,15 mm pentru ecranele din spate.

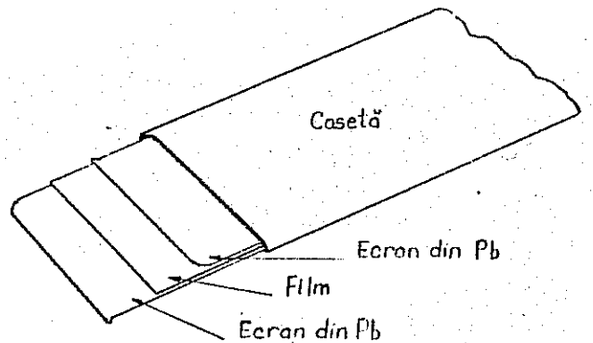


Fig.7.12

Acţiunea intensificatoare a acestor ecrane se datoreşte electronilor şi radiaţiilor secundare emise de plumb la iradiere. In plus, ecranele din plumb absorb radiaţiile împrăştiate, de slabă energie, care provin de la piesa radiografiată, obţinîndu-se astfel o bună definiţie a imaginii.

Ecranele fluorescente sînt alcătuite din substanţe fluorescente (wolframat de calciu, sulfat de plumb şi bariu, depuse pe un suport de carton sau de material plastic).

Casetele în care se introduc filmele şi ecranele se confecţionează din materiale cu atenuare redusă a radiaţiilor (hîrtie neagră, material plastic, cauciuc). Fiecare casetă trebuie să aibă mai multe buzunare în care pot fi introduse <u>semnele de marcare</u> şi <u>indicatorul de calitate</u> a imaginii (fig.7.13.).

Semnele de marcare, confecţionate din plumb, permit identificarea locului la care corespunde radiografia.

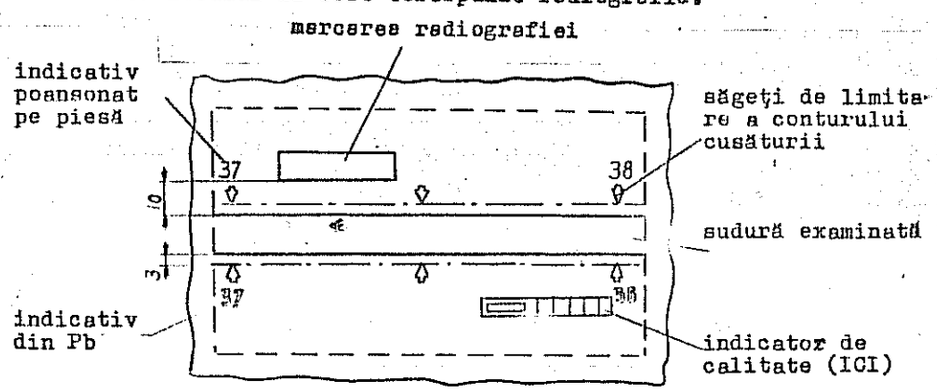


Fig. 7.13

<u>Indicatorii de calitate a imaginii (ICI)</u>. ICI sînt nişte plăcuţe, confecţionate din material identic sau analog, din punctul de vedere al atenuării radiaţiilor, cu cele al piesei ce se radiografiază.

In practică sînt răspîndite mai multe tipuri de ICI (fig. 7.14) în trepte cu găuri străpunse, al căror diametru este egal cu grosimea treptei respective (ICI tip AFNOR) cu fire de diametre diferite (ICI tip DIN), sau cu crestături în trepte (STAS).

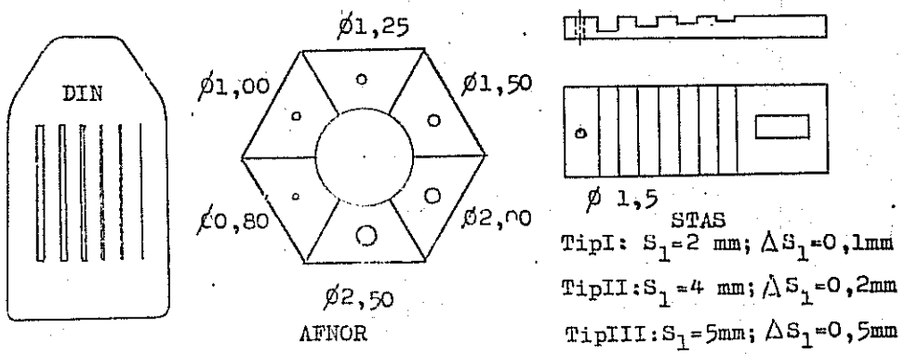


Fig.7.14

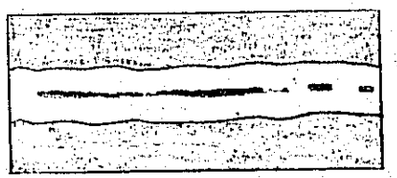
Indicatorii de calitate a imaginii se aşează pe faţa piesei îndreptate către sursa de radiaţii astfel încît imaginea ICI să apară pe radiografie către extremităţile acesteia, fără însă a masca defectele reale.

Calitatea imaginii radiografice este cu atît mai bună cu cît găurile sau firele cele mai mici ale ICI sînt mai uşor vizibile pe film. La lectura radiografiei se notează diametrul celei mai mici găuri sau firului vizibile pe imagine (valoarea de calitate a imaginii).

4.2. <u>Modul de lucru</u>. La indicaţia cadrului didactic studenţii vor examina o serie de radiografii la negatoscop, vor schiţa modul de prezentare al defectelor pe clişeu şi în piesele examinate.

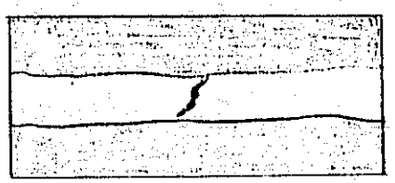
In fig.7.15 sînt prezentate cîteva imagini radiografice cu defecte tipice în îmbinări sudate.

Studenţii vor indica tipurile de defecte identificate, făcînd schiţe ale secţiunilor transversale posibile prin zonele cu defecte.

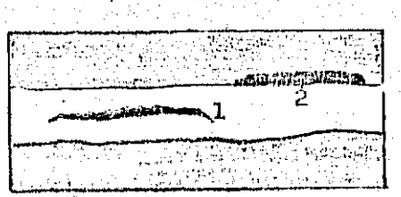


a. Nepătrundere

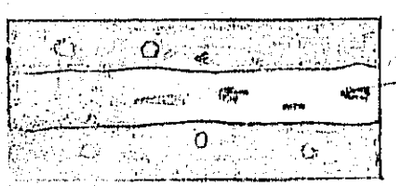
b. Incluziuni de gaze



c. Fisură transversală



d. 1 - Fisură longitudinală
2 - Şanţ marginal



e. Incluziuni de zgură şi stropi

5. LUCRAREA NR. 9 - DEFECTOSCOPIA CU SUBSTANTE MAGNETICE

5.1. Prezentarea metodei

Metoda are la bază variaţia bruscă a permeabilităţii magnetice la trecerea liniilor de cîmp magnetic din materialul piesei de cercetat în cel al defectului. In principiu, metoda constă din producerea unui cîmp magnetic în piesa de examinat şi distribuirea pe suprafaţa ei a unei suspensii de pulberi magnetice, care se va orienta corespunzător cu direcţia liniilor de cîmp magnetic. Orice defect face să varieze brusc permeabilitatea magnetică, iar dacă acesta este în zona superficială liniile de cîmp magnetic se vor distorsiona, ceea ce va conduce la o acumulare locală a pulberii magnetice din zona defectului, pe marginea acestuia.

In fig.7.16 este prezentată schema de principiu a defectoscopiei cu pulberi magnetice. Materialul feromagnetic de cercetat 1 este parcurs de liniile 2 ale unui cîmp magnetic uniform. In zona cu defect, liniile de cîmp vor fi deviate din cauza permeabilităţii reduse a materialului defectului (de exemplu aer într-o fisură, gaze într-o suflură, incluziuni de zgură etc.). In cazul în care defectul D1 este situat în apropierea suprafeţei sau comunică cu suprafaţa D2 şi este orientat perpendicular pe direcţia liniilor de cîmp, aceste linii vor ieşi în parte din piesă, pulberea magnetică 3 agolerîndu-se în aceste zone formînd un fel de punte peste fisură 4.

Dacă defectul nu se află chiar pe suprafaţa piesei, ci la o anumită adîncime, de exemplu D_3, el poate fi pus în evidenţă numai dacă intensitatea cîmpului magnetic este suficient de mare. Defectele fine D4 aflate la adîncime şi orientate în lungul liniilor cîmpului nu pot fi identificate.

Metoda poate fi utilizată pentru punerea în evidenţă a defectelor superficiale sau a celor aflate în imediata vecinătate a suprafeţei pieselor din materiale feromagnetice. Dacă defectul este aşezat perpendicular pe direcţia liniilor de cîmp şi dacă intensitatea cîmpului magnetic este suficient de mare se pot depista fisuri cu deschiderea şi de numai 0,001 mm.

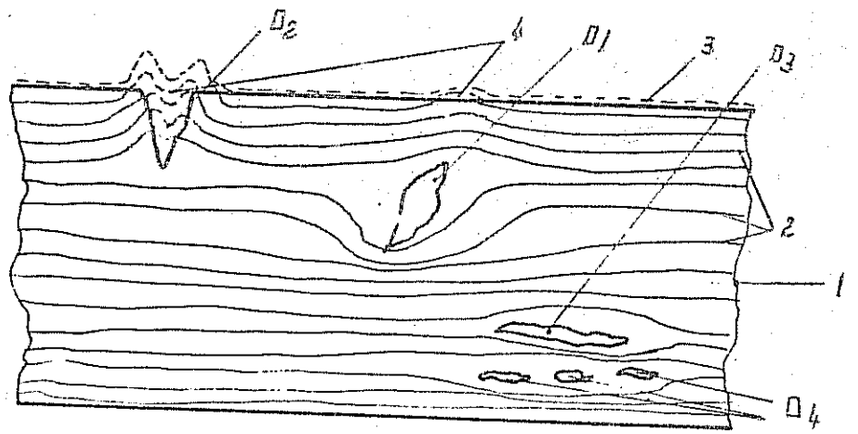


Fig.7.16

Schema de principiu a metodei de control nedistructiv cu pulberi magnetice

5.2. Magnetizarea pieselor

Magnetizarea pieselor examinate se poate face după două scheme de principiu:

- introducerea piesei de examinat într-un cîmp magnetic;
- trecerea unui curent electric de intensitate mare prin piesa de examinat.

Cele mai des întrebuinţate metode de magnetizare sînt:

- magnetizarea liniară (polară);
- magnetizarea circulară (transversală);
- magnetizarea combinată (mixtă).

Magnetizarea liniară (polară) se obţine cu ajutorul magneţilor permanenţi (fig. 7.17.a), al electromagneţilor, sau al bobinelor de magnetizare. Electromagneţii şi bobinele de magnetizare pot fi alimentate de la sursă de curent continuu, alternativ sau cu un impuls puternic de curent. Deoarece liniile de forţă sînt paralele cu axul capetelor polare procedeul este denumit "magnetizare longitudinală".

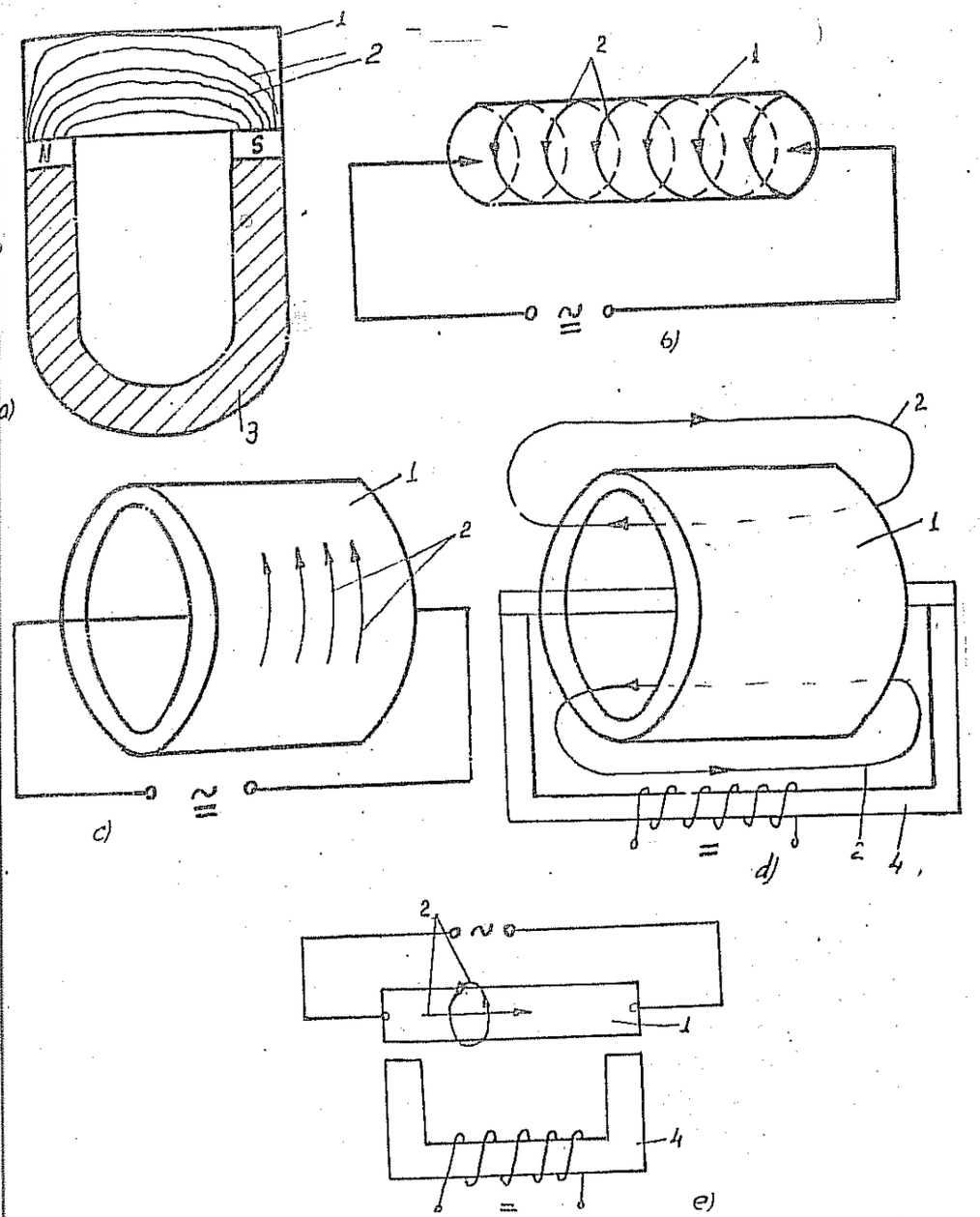


Fig. 7.17

Scheme de magnetizare:

a) - magnetizare liniară; b), c), d) - magnetizare circulară;
e) - magnetizare mixtă; 1 - piesa de examinat; 2 - linii de cîmp;
3 - magnet permanent; 4 - electromagnet

Magnetizarea circulară (transversală) se poate obţine prin trecerea curentului prin piesa de examinat (fig. 7.17.b), cu ajutorul unei surse ce trimite curent printr-un alezaj sau printr-un gol al piesei de examinat (fig.7.17.c) sau prin formarea unui curent de inducţie în piesa de examinat (fig.7.17.d).

Se poate folosi o sursă de curent continuu, alternativ sau pulsator. Liniile de cîmp ce iau naştere, se orientează în planuri perpendiculare pe direcţia trecerii curentului, fapt pentru care magnetizarea după aceste scheme se mai numeşte şi "magnetizare transversală".

Magnetizarea mixtă se obţine prin folosirea simultană a ambelor metode de magnetizare descrise mai sus (fig.7.17.e).

5.3. Lichidul magentic. Pentru examinare se foloseşte o suspensie de pulbere magnetică (2...5 g/l) în ulei mineral cu vîscozitatea de 1...2°E (1,o...11,o st), denumită "lichid magnetic". Calitatea suspensiei pulbere magnetică - ulei mineral şi omogenitatea acestuia în timp conduce la o sensibilitate sporită şi la o interpretare corectă a rezultatelor obţinute. Se pot folosi şi pulberi magnetice colorate sau pulberi magnetice fluorescente.

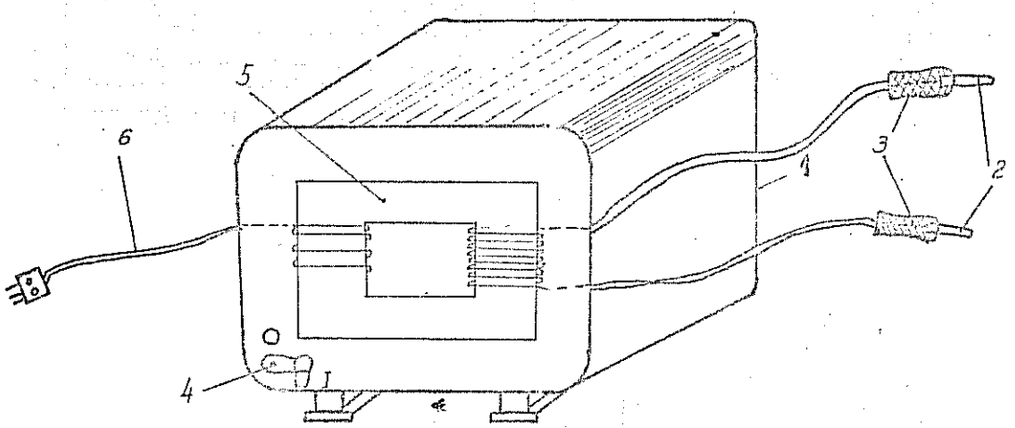


Fig.7.18

Schema de principiu a defectoscopului cu pulberi magnetice tip ZS 5oo:
1 - carcasă; 2 - electrozi mobili; 3 - mînere izolatoare; 4 - întrerupător; 5 - transformator monofazat coborîtor de tensiune; 6 - cablu de legături la reţea.

5.4. Utilajul folosit

In laborator se va folosi defectoscopul magnetic tip ZS 5oo care este un transformator electric coborîtor de tensiune cu o putere de 5kVA. Schema de principiu a unui astfel de defectoscop este prezentată în figura 7.18.

Pentru magnetizare, se mai foloseşte un "jug electromagnetic" prezentat în fig. 7.19.

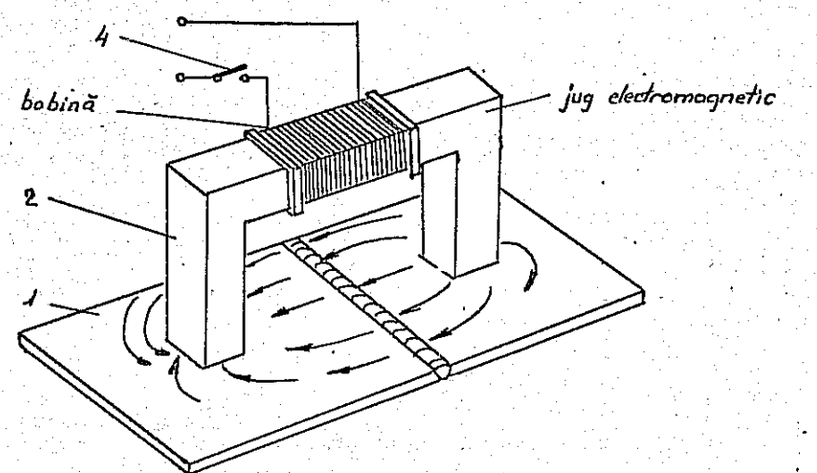


Fig.7.19

1- piesa de examinat; 2 - cadru din tole; 3 - bobină; 4 - întrerupător.

5.5. Modul de lucru şi rezultatele experimentale

Se parcurg următoarele faze:

- se curăţă sau degresează suprafeţele ce urmează a fi controlate;
- piesa de controlat se aşează într-o tavă de lucru;
- înainte de aplicare pe suprafaţa de controlat, lichidul magnetic se amestecă bine pentru a se forma o suspensie cît mai omogenă;
- se aplică lichidul magnetic prin pensulare;
- se realizează magnetizarea piesei, în mod repetat, astfel încît întreaga suprafaţă de controlat să fie străbătută de cîmpul magnetic cel puţin în două direcţii perpendiculare (se recomandă ca distanţa dintre electrozi să fie de maximum 2oo mm şi durata unei operaţii de magnetizare parţială de 1o...15 secunde);

- după magentizare se decuplează transformatorul de la întrerupător.

Se vor desena în caiete:

- schiţele pieselor examinate, arătîndu-se forma, poziţia, dimensiunile şi natura defectelor constatate precizate prin vederi şi secţiuni corespunzătoare;
- schema de principiu a modului de magnetizare;
- schema de principiu a modului de iluminare şi observare a pieselor.

Deoarece se folosesc materiale toxice şi inflamabile, lichidul magnetic se va manipula cu grijă, cît mai departe de surse de căldură sau de flacără deschisă. Se vor respecta normele de protecţie a muncii referitoare la exploatarea instalaţiilor electrice.

In timpul lucrului, electrozii mobili vor fi ţinuţi numai de mînerele izolate. Nu se permite scurtcircuitarea electrozilor sau aşezarea lor pe masa de lucru sau pe suport înainte de decuplarea transformatorului.

Este interzisă lăsarea transformatorului în funcţiune, după terminarea fazei de magnetizare.

6. LUCRAREA NR. 10 - DEFECTOSCOPIA CU LICHIDE PENETRANTE

6.1. Prezentarea metodei

Defectoscopia cu lichide pentrante se utilizează pentru punerea în evidenţă a defectelor interioare care comunică cu suprafaţa sau a defectelor de suprafaţă.

Această metodă de control se poate aplica oricăror produse, şi în special celor ale căror defecte superficiale nu pot fi puse în evidenţă prin defectoscopia cu pulberi magnetice.

Dimensiunile minime ale defectelor ce pot fi puse în evidenţă prin această metodă de control sînt: 0,01 mm lăţime şi 0,03...0,05 mm adîncime.

Schema de principiu a metodei de control cu lichide penetrante este prezentată în figura 7.2o. Metoda constă în următoarele:

a) se acoperă suprafaţa de examinat, curăţată şi degresată în prealabil, cu un strat subţire şi uniform dintr-un lichid penetrant, colorat sau liminiscent, avînd un solvent fluid, de tipul petrolului, care pătrunde în toate defectele suprafeţei;

b) se curăţă suprafaţa de excesul de lichid;
c) se depune pe ea o substanţă - developant, cu putere de absorbţie mare şi avînd o culoare contrastantă cu substanţa iniţială, penetrantă. Ea extrage lichidul penetrant rămas în defectele suprafeţei, dizolvîndu-l, deoarece şolventul developantului este mai activ;
d) se examinează suprafaţa tratată, după cîteva minute.

Punerea în evidenţă a defectelor, se poate face prin două metode: metoda colorării - cînd se folosesc lichide pentrante colorate de obicei în roşu, defectele mărcîndu-se prin pete colorate în oraşu pe fondul alb al developantului (fig. 7.2o d) şi metoda luminiscenţei - cînd se folosesc lichide penetrante luminiscente, evidenţierea defectelor făcîndu-se prin iluminarea developantului cu lumină ultravioletă (fig. 7.2o.e).

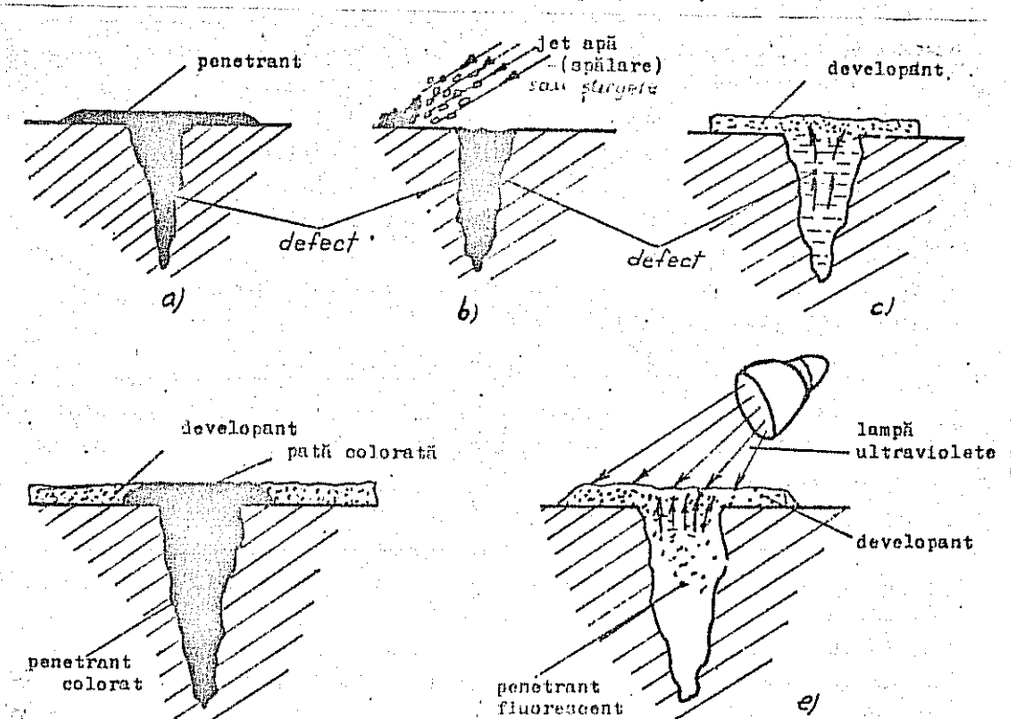


Fig.7.20

Schema de principiu la defectoscopia cu lichide penetrante:

a) - acoperirea suprafeţei cu lichid penetrant; b) - curăţirea excesului de lichid; c) - acoperirea suprafeţei cu lichid developant; d) - examinarea cu lichid penetrant colorat; e) - examinarea cu lichid penetrant fluorescent

6.2. Modul de lucru

Studenţii vor studia materialele necesare defectoscopiei cu lichide penetrante existente în laborator şi vor aplica metodica de lucru descrisă anterior, ca şi modul de examinare.

De regulă, drept penetrant se utilizează următoarea soluţie: 80% petrol lampant, 20% terebentină, 10 g colorant roşu, la un litru de lichid. Ca lichid developant se foloseşte suspensie de pulbere din caolin sau cretă cu dimensiunea medie de 0,004... 0,006 mm, circa 500 g caolin la 1 litru diluant - de regulă acetonă.

La defectoscopia cu lichide luminiscente se utilizează de regulă 55% petrol lampant, 25% ulei de transformator, 10% benzină în care uleiul este luminofor (emiţînd lumină alb-albăstruie la iradierea cu raze ultraviolete). Ca absorbant se foloseşte pulbere foarte fină de MgO, silicagel, marşalită, etc. Examinarea se face iluminînd suprafeţele cu raze ultraviolete, emise de o lampă de cuarţ cu vapori de mercur şi filtrate prin filtre de sticlă speciale, care absorb razele vizibile.

Sensibilitatea procedeului poate fi mărită prin examinarea cu instalaţii de televiziune în circuit închis, sau prin vidarea incintei în care se pun piesele de controlat, cu evacuarea în acest fel a aerului din defecte, după acoperirea suprafeţei piesei. In acest mod pot fi depistate defecte de ordinul de mărime 0,002 mm lăţime şi 0,005 mm adîncime.

6.3. Rezultate experimentale şi prelucrarea acestora

In caietul de laborator studenţii vor executa schiţele pieselor examinate, cu defectele evidenţiate similar ca la defectoscopia magnetică.

Deoarece se folosesc materiale toxice şi inflamabile, lichidele penetrante şi lichidele developante se vor manipula cu grijă, cît mai departe de surse de căldură sau de vreo flacără deschisă. Se vor respecta normele de protecţie muncii referitoare la lucrul cu lichide sau suspensii îmbuteliate la diferite presiuni în recipienţi sau butelii, ca şi cele referitoare la lucrul cu substanţe inflamabile.

7. Comentarii şi concluzii

Pe baza complexului de rezultate obţinute prin diferitele metode de defectoscopie, studenţii vor trage, individual, concluzii referitoare la:

- avantajele şi dezavantajele metodelor, comparativ;
- eficienţa aplicării diverselor metode, în cazuri practice cunoscute;
- limitele de aplicabilitate ale unor metode;
- complexitatea tipurilor de defecte posibile de întîlnit la diverse tipuri de semifabricate şi piese finite;
- complexitatea cauzelor ce pot produce diferite tipuri de defecte.

C A P I T O L U L 8

PRELUCRAREA TABLELOR PRIN DEFORMARE PLASTICA SI TAIERE

LUCRAREA NR.11

1. Noţiuni de bază

Prelucrările prin deformare plastică se execută prin aplicarea unor forţe care aduc materialul la o stare de tensiuni ce depăşesc limita de curgere. Ca efect al acestor tensiuni, materialul capătă deformări remanente, în afara celor elastice, apărute pînă la atingerea efortului unitar de curgere.

In cazul în care este necesară separarea unei zone a materialului, adică tăierea acestuia, este necesară atingerea efortului unitar de rupere prin forfecare în zona respectivă (vezi fig.8.1.)

De regulă, tablele se prelucrează prin tăiere fiind supuse la forfecare, iar forma semifabricatelor se modifică fără tăiere, aplicîndu-se cel mai des solicitări de încovoiere (simplă sau complexă, locală sau generală), combinată uneori, local, cu alte tipuri de solicitări: la compresiune, la întindere şi foarte rar, la răsucire.

1.1. Tăierea prin forfecare

Forfecarea se realizează după o direcţie (rectiliniu) sau după un contur de o anumită formă, mai complexă.

In primul caz, tăierea se realizează în scopul debitării (porţionării) materialului, iar în cazul al II-lea se urmăreşte obţinerea unor semifabricate sau piese finite.

Tăierea după o singură direcţie se execută aproape întotdeauna pe foarfeci, (de regulă mecanice), iar tăierea după contururi (închise sau deschise) se realizează aproape întotdeauna cu ajutorul unor scule numite ştanţe.

In toate cazurile, materialul se foarfecă pe o suprafaţă aproximativ normală pe suprafaţa plană a tablei, a cărei arie este determinată de:

- lungimea conturului solicitat la forfecare $L, \sqrt[in]{mm}$;
- grosimea tablei $s, \sqrt[in]{mm}$ conform relaţiei:

$$A = L.s \quad \left[mm^2 \right] \qquad (8.1)$$

In cazul foarte frecvent, în care forfecarea se face între muchii paralele forţa necesară forfecării F_f şi separării efective

a materialului este direct proporţională cu aria suprafeţei de forfecare A şi cu efortul unitar de rupere prin forfecare R_p, fiind ceva mai mare decît produsul acestor mărimi :

$$F_f = (1,1...1,3)\ A.R_p = (1,1...1,3)\ L.s.R_f \ . \ \left[N, \text{ da } N \right] \qquad (8.2)$$

In relaţia (8.2), rezultatul se exprimă în N sau daN, după cum valoarea R_p se introduce în MPa (1MPa = $1N/mm^2$) sau în daN/mm^2.

Pentru majoritatea materialelor metalice care se ştanţează în mod obişnuit, efortul unitar de rupere prin forfecare (rezistenţa de rupere prin forfecare) are valori în circa 15-25% mai mici decît rezistenţa de rupere prin tracţiune R_t:

$$R_f = (0,75...0,85)\ R_t \qquad (8.3)$$

In cazul în care forfecarea se execută local, succesiv, între două muchii înclinate, la un moment dat este solicitată numai o zonă restrînsă Ao din aria A (fig.8.1),

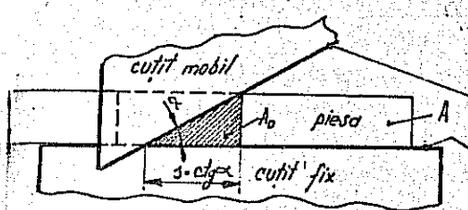


Fig. 8.1.

avînd forma unui triunghi.

Muchia cuţitului mobil

Muchia cuţitului fix

In acest caz, forţa de tăiere prin forfecare va fi dată de relaţia :

$$F_f = (1,1...1,3)\ Ao \ , \ R_f = (1,1...1,3) \ . \ \frac{s^2 ctg\alpha}{2} R_f \ \left[N, daN \right] \qquad (8.4)$$

In cazul ştanţării se foarfecă simultan un complex de suprafeţe, fiecare dintre acestea avînd aria Ai. Forţa rezultantă necesară forfecării F_{rf} va ţine cont de suma acestor n arii :

$$F_{rf} = (1,1...1,3)\ R_f \cdot \sum_{i=1}^{n} Ai = 1,1...1,3\ R_f \ . \ s \ . \sum_{i=1}^{n} . Li \left[N, daN \right] \qquad (8.5)$$

L_i reprezintă lungimea fiecărui contur de forfecare, definit ca formă geometrică elementară.

Rezultantei forţelor de forfecare i se poate preciza poziţia într-un sistem de coordonate rectangulare, cu ajutorul relaţiilor:

./.

$$x_{rf} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i} \quad ; \quad y_{rf} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i} \qquad (8.6.)$$

Intrucît în fiecare Ai = s.Li putem scoate factor comun grosimea s, rezultă :

$$x_{rf} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^{n} L_i} \quad ; \quad y_{rf} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^{n} L_i} \qquad (8.7.)$$

De cele mai multe ori, alegînd în mod convenabil poziţia axelor, în diversele cazuri practice calculul coordonatelor (x_{rf}, y_{rf}) ale centrului de presiune al forţelor de stentare este destul de simplu.

1.2. Prelucrări prin deformare, fără tăiere.

Cele mai folosite prelucrări prin deformare plastică a tablelor sînt : îndoirea, ambutisarea, roluirea, îndreptarea. Schemele de principiu ale acestoraşînt prezentate în figura 8.2.

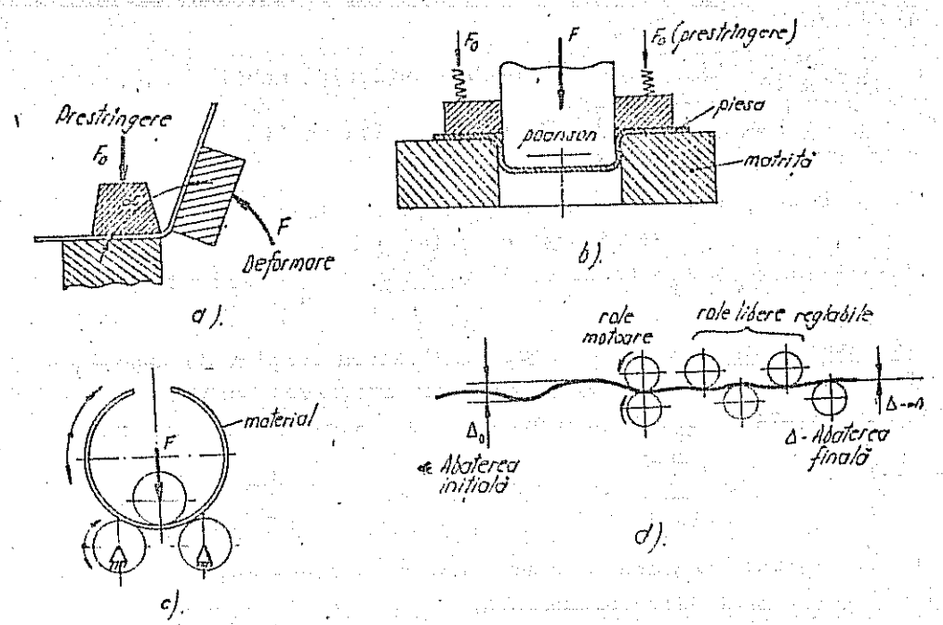


Fig.8.2.

a) îndoirea la unghi dat; b) ambutisarea; c) roluirea; d)îndreptarea.

./.

In cazul tuturor prelucrărilor prin deformare plastică are loc fenomenul de revenire elastică . Acesta se produce deoarece solicitarea de deformare plastică se suprapune de fapt peste solicitarea iniţială, în regim elastic. Ca urmare, după încetarea solicitărilor, materialul are o uşoară tendinţă de a reveni la forma şi dimensiunile iniţiale.

La prelucrările prin îndoire la unghi dat, se constată în consecinţă existenţa unui unghi de revenire elastică, dependent de material, de grosimea acestuia, de raza de racordare a îndoirii, de temperatură şi de alţi factori.

2. Tema practică

In cadrul lucrării, studenţii vor studia utilajele cu ajutorul cărora se execută diverse prelucrări prin deformare plastică şi tăiere, determinînd prin măsurări şi calcul anumiţi parametri importanţi în procesele de prelucrare a tablelor prin deformare plastică şi tăiere.

3. Modul de lucru şi prelucrarea rezultatelor experimentale

3.1. Tăierea pe foarfeca-ghilotină

Studenţii vor identifica parametrii funcţionali principali ai foarfecii-ghilotină FG 3-1250 din laborator şi vor calcula valoarea ctgα , măsurînd variaţia distanţei Δh între cuţitul mobil şi cel fix, corespunzător unei distanţe date l, în lungul cuţitului fix şi aplicînd relaţia

$$ctg\alpha = \frac{l}{\Delta h} \qquad (8.8.)$$

ATENŢIE !

Toate măsurătorile la ghilotină nu se vor face decît cu maşina oprită complet şi numai sub supravegherea directă a cadrelor didactice sau tehnicienilor din laborator ! In caz contrar există pericolul unor grave accidente.

Studenţii vor primi individual sau în grupuri, bucăţi de tablă, pe care vor trebui să le taie la ghilotină, la cote date.

După tăiere (cu trasare iniţială şi cu folosirea limitatorului existent pe ghilotină) se vor măsura dimensiunile pieselor tăiate şi se vor nota erorile maxime la dimensiuni.

In funcţie de acestea, se vor calcula pentru două-trei dimensiuni numărul de unităţi de toleranţă realizate efectiv şi treapta de precizie ISO în care s-au realizat cotele propuse. In acest scop se va folosi metodica prezentată în capitolul 3 al

îndrumarului (pag.41.).

Dîndu-se marca materialului tablei (şi implicit rezistenţa la rupere prin tracţiune), studenţii vor calcula forţele de tăiere, cu relaţia (8.4.).

Se vor examina atent piesele tăiate şi se vor face observaţii privind calitatea suprafeţelor tăieturii, starea muchiilor şi eventualele abateri de formă constatate.

3.2. Îndoirea tablelor

Studenţii vor examina dispozitivul de îndoit table existent în laborator şi vor efectua schiţa unei secţiuni prin acesta, punînd în evidenţă mecanismul prin care se realizează îndoirea tablelor, forţele şi momentele de îndoire. Se vor studia posibilităţile şi limitele funcţionale ale dispozitivului, ca de exemplu: lăţimea maximă a tablei de îndoit, unghiul maxim de deformare, mărimea jocurilor în articulaţii, raza minimă de îndoire şi factorii de care depinde aceasta.

Studenţii vor prinde semifabricate îndoite anterior la diferite unghiuri, vor măsura unghiul de îndoire la care a fost supus materialul (conform fig.8.2.a.) şi vor supune la îndoire noi semifabricate, din acelaşi material şi aceeaşi grosime, pînă cînd unghiul de îndoire efectiv devine egal cu cel al piesei-martor ;(piesa îndoită iniţial se va prinde în dispozitiv, alături de piesa ce urmează a fi îndoită) şi se opreşte îndoirea în momentul cînd cele două piese au mabele zone paralele). Se desfac ambele piese şi se măsoară şi a doua piesă îndoită, determinîndu-se:

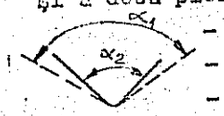


Fig.8.3

- unghiul de îndoire;
- raza de îndoire, interioară;
- raza de îndoire, exterioară;
- grosimea tablei;
- unghiul de revenire elastică, în condiţiile date, conform fig.8.3: $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$.

Măsurările se vor efectua cu şublerul, cu raportorul şi cu şabloane, conform celor prezentate în capitolul 2 al îndrumarului.

Prin compararea diferitelor rezultate practice obţinute de diverşi colegi, studenţii vor concluziona asupra modului în care influenţează diverşi factori asupra revenirii elastice la îndoirea tablelor.

3.3. Roluirea tablelor

Se va examina maşina de roluit existentă în laborator şi se va efectua o schiţă a schemei de principiu a acesteia.

Pe schiţă se vor nota diametrele rolelor şi se va evidenţia modul de acţionare, ca şi cel de scoatere a semifabricatelor roluite.

Se va rolui un semifabricat, efectuîndu-se schiţa acesteia; se vor cota:- grosimea tablei
- diametrul interior al rolei

Se va calcula lunginea desfăşurată a tablei, ţinîndu-se cont de lunginea suprafeţei medii deformate m existentă aproximativ la mijlocul grosimii tablei.

Se vor comenta cauzele apariţiei eventualelor erori de la forma cilindrică ideală a piesei obţinute.

3.4. Îndreptarea benzilor

Studenţii vor primi semifabricate sub forma unor benzi sau fîşii de table subţiri şi vor determina prin măsurări abaterea de la planeitate a acestora.

Se va efectua schiţa de principiu a maşinii de îndreptat benzi existentă în laborator, evidenţiindu-se:
- numărul şi diametrul rolelor;
- poziţia axelor rolelor;
- lăţimea maximă a benzilor prelucrate;
- modul de acţionare a rolelor.

Se vor îndrepta 2-3 benzi, evidenţiindu-se în schiţe abaterile de la planeitate constatate după îndreptare şi comparîndu-se cu cele existente înainte de prelucrare(Δ_0).

3.5. Ştanţarea tablelor

Studenţii vor primi spre studiu ştanţe complete sau subansamble ale unor ştanţe, pe care le vor schiţa şi vor întocmi o schemă de prelucrare, conform exemplului din fig.8.4., în care se prezintă schema tehnologică de lucru a ştanţei schiţată în fig.8.5.

În schema astfel întocmită se vor cota dimensiunile zonei active ale tuturor poansoanelor şi poziţiile acestora, evidenţiindu-se existenţa unor axe de simetrie.

Se vor nota denumirile principalelor piese componente şi materialele din care se recomandă a fi realizate acestea,

Tabelul 8.1

Poz. fig. 8.12	Denumirea	Material	Tratament termic și durit. materialului	Rugozitatea supr. Ra µm
1	Placa activă (de stanțat, îndoit, ambutisat)	OSC8; OSC10 Cr120	Călit revenit 38/60 HCH călit revenit 60-64 HRC	1,6
2	Placă de ghidare	OL42 OL50	—	1,6
		OLC45	Călit, revenit 55...60HRC	0,8
3	Poanson de perforat, decupat	OSC8; OSC10 Cr15; Cr120	Călit, revenit 58...60HRC Călit revenit 60...64HRC	1,6
4	Poanson de perforat, decupat	OSC8; OSC10 Cr15; Cr120	Călit revenit 58...60HRC Călit revenit 60...64HRC	1,6
5	Placă port-poanson	OL42 OL50	—	1,6
6	Placă de presiune	OLC15 OSC8	Cement. 0,8 - 1,2mm Călit revenit la 58-60 HRC	1,6
7	Placă de copăt (de prindere)	OLC45	Călit, revenit 55...60HRC	1,6
		OL42	—	
8	Cep de prindere	OLC15 OSC8	—	—
9	Șuruburi	OL37 OL42	—	—
10	Limitator	OSC8	Călit, revenit 58...60 HRC	—
		OLC45	Călit, revenit 55...60HRC	
11	Material prelucrat	OL30...OL60 cuzn 40 etc.	—	63
12	Jgheab de evacuare piese	OL50, Fc200 Fc300		3,2
13	Știfturi de centrare	OLC45	Călit, revenit 55...60HRC	—

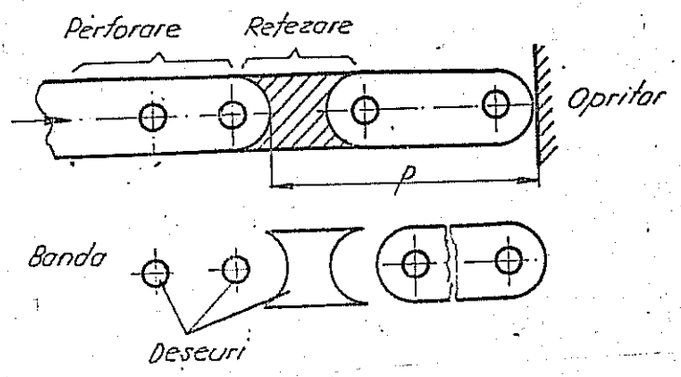


Fig.8.4.

precizate(pentru ștanța din fig.8.5.) în tabelul 8.1.

Cu ajutorul relațiilor (8.5.) se va calcula forța necesară ștanțării în cazul ștanței studiate.

Valoarea grosimii tablei se va preciza individual.

Cu ajutorul relațiilor (8.7.) se va determina poziția centrului de presiune al forțelor de ștanțare.

Se vor studia și se vor schița, la indicația cadrelor didactice, diferite piese ștanțate, făcîndu-se măsurători asupra elementelor lor geometrice definitorii. /

4. Comentarea rezultatelor și concluzii

Se vor face comparații privind precizia pieselor tăiate pe foarfece sau a celor ștanțate, ca și asupra rugozității suprafețelor obținute, a deformațiilor suprafețelor plane sau curbe ale pieselor, asupra modurilor posibile de creștere a preciziei, calității suprafețelor și productivității muncii.

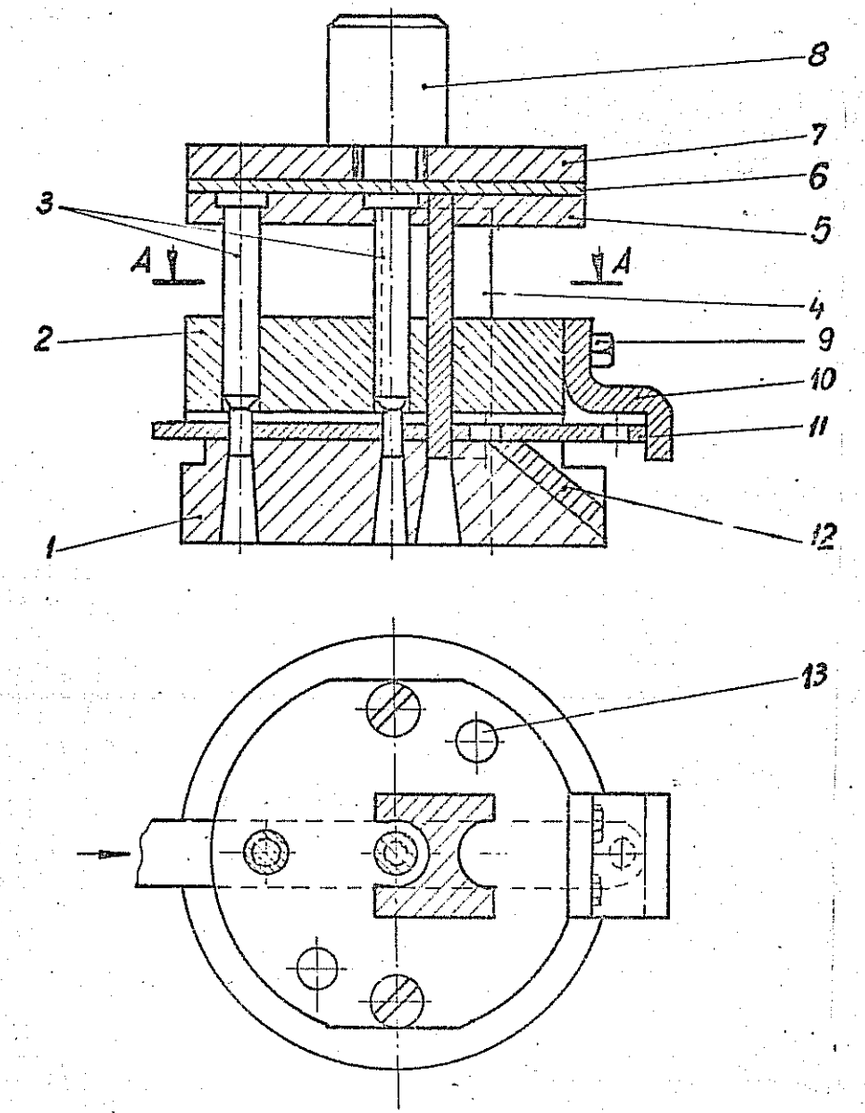


Fig. 8.5

1- placă de tăiere; 2- placă de ghidare; 3- poansoane de perforare; 4- poansonne de retezare ; 5- placa port-poansoane; 6- placă de presiune; 7- placă de capăt (de prindere); 8- cep de prindere; 9- şuruburi de prindere; 10- limitator; 11- materialul prelucrat; 12- jgheab de evacuare a piesei; 13- ştifturi de centrare.

CAPITOLUL 9

SUDAREA MATERIALELOR METALICE ; TAIEREA OXIGAZ

1. Noţiuni de bază

1.1.Terminologie şi clasificări

Sudarea este un procedeu tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două sau mai multe piese metalice, realizată ca urmare a acţiunii unor forţe de coeziune mari, ce pot apărea între atomii pieselor respective, în anumite condiţii.

In vederea atingerii acestor forţe, este necesar un aport de energie din afară (prin încălzire sau presare) - realizat cu ajutorul instalaţiilor de sudare.

Prin sudură se înţelege rezultatul operaţiei de sudare, adică îmbinarea sudată, iar prin cusătură se defineşte acea zonă a îmbinării în care au acţionat efectiv forţele de coeziune interatomică.

Materialul pieselor care se sudează poartă denumirea de material de bază.

Porţiunea din materialul de bază vecină cusăturii, în care se produc modificări structurale datorate încălzirii peste o anumită temperatură se numeşte zonă influenţată termic(ZIT). In figura 9.1. este reprezentată o cusătură sudată în secţiune , prezentîndu-se parametrii care o definesc: B-lăţimea cusăturii, p- pătrunderea, h_1- supraînălţarea, A- grosimea ZIT H- grosimea cusăturii sudate.

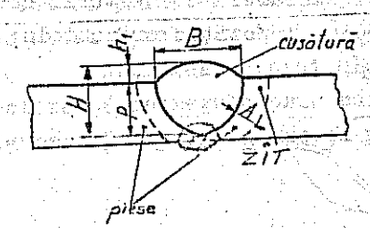


Fig. 9.1

Materialul adus din afară pentru completarea materialului de bază în scopul formării cusăturii se numeşte material de adaos. Folosirea materialului de adaos pentru formarea cusăturii sudate este determinată de imposibilitatea sudării pieselor de grosimi mai mari de cîţiv milimetri fără ca în prealabil cele două piese să fie prelucrate cu un anumit profil în zona de îmbinat, închizînd între ele un spaţiu denumit rost. Acesta are formă şi dimensiuni în funcţie

de grosimea materialului de bază şi de procedeul de sudare ales.

In fig.9.2. sînt reprezentate cîteva tipuri de rosturi (I, V,Y,X,U)

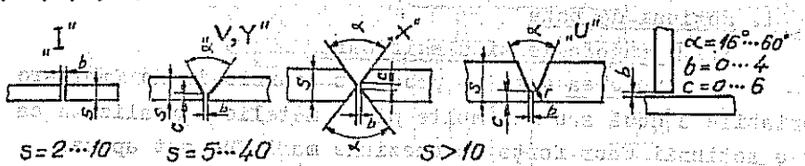


Fig.9.2

Tot datorită grosimilor mari ale pieselor ce se sudează, cusăturile sudate se realizează nu dintr-un singur rînd, ci din mai multe rînduri şi straturi (fig.9.3.).

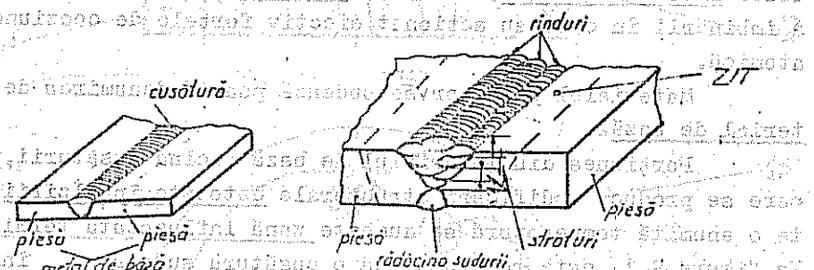


Fig.9.3

Poziţia de sudare (fig.9.4.) constituie un factor de bază în realizarea unei îmbinări sudate. Dificultăţile legate de depunerea materialului de adaos şi de realizarea în ansamblu a cusăturii cresc în funcţie de poziţia de sudare, în ordinea: poziţia orizontală; - poziţia verticală - poziţia peste cap.

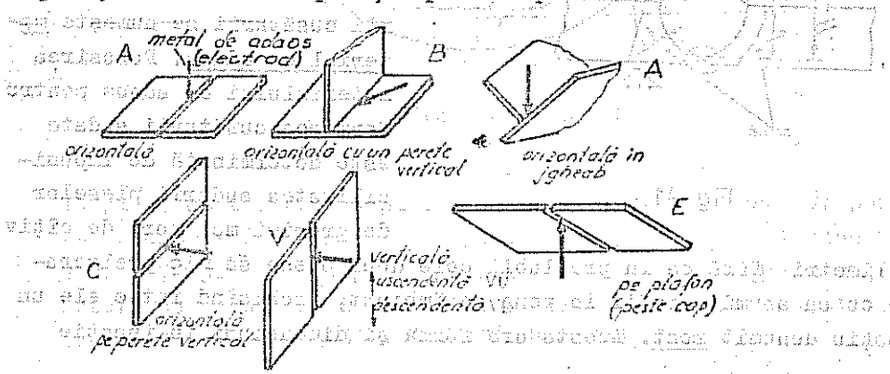


Fig.9.4

Procedeele de sudare se clasifică după mai multe criterii dintre care cele mai importante sînt:

Criteriul stării fizice a metalului cusăturii în timpul îmbinării, după care procedeele de sudare se împart în:

- procedee de sudare prin topire, la care cusătura sudată rezultă ca urmare a solidificării unei băi de metal topit (de bază şi de adaos);
- procedee de sudare prin presiune, la care cusătura sudată se realizează ca urmare a aplicării unor forţe din exterior asupra metalului de bază încălzit sau nu.

Criteriul energiei primare de la care provine în final energia termică necesară încălzirii locale a pieselor ce se sudează. Această energie poate fi:

- mecanică, căldura fiind generată prin lovire, frecare sau ca urmare a deformării elastice şi plastice;
- termochimică căldura rezultînd ca urmare a unor reacţii chimice exoterme;
- electrică, căldura producîndu-se pe baza efectului Joule;
- radiantă, căldura rezultînd în urma localizării energiei radiante pe o suprafaţă cît mai mică;

1. 2. Arcul electric

Arcul electric pentru sudare se poate defini ca o descărcare stabilă, de lungă durată, care apare la trecerea curentului electric între doi electrozi, printr-un spaţiu puternic ionizat.

El se caracterizează printr-o mare valoare a densităţii de curent şi printr-o diferenţă de potenţial, necesară pentru menţinerea arcului, relativ mică.

Iniţierea arcului electric, numită „amorsarea arcului" se realizează de regulă prin una din cele două metode prezentate în figura 9.5.: prin lovire şi prin pendulare:

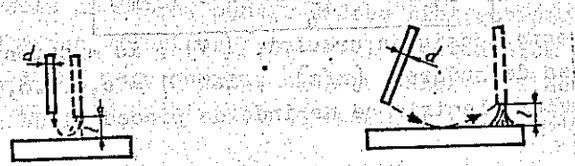


Fig.9.5

In vederea obţinerii energiei necesare topirii materialelor ce se sudează, arcul electric poate să ardă fie între un electrod şi piesă (arc electric „ cu acţiune directă" fig.9.6.) fie între doi electrozi poziţionaţi în apropierea pieselor ce urmează a fi sudate (arc electric „ cu acţiune indirectă " fig.9.7

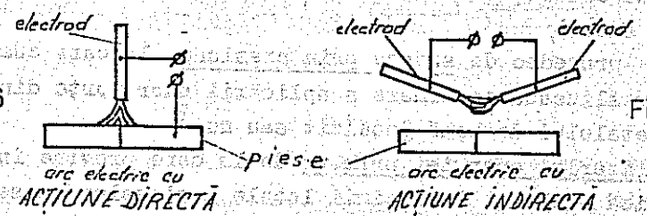


Fig.9.6

Fig.9.7

Structural arcul electric se compune din mai multe părţi distincte, prezentate în fig.9.8.

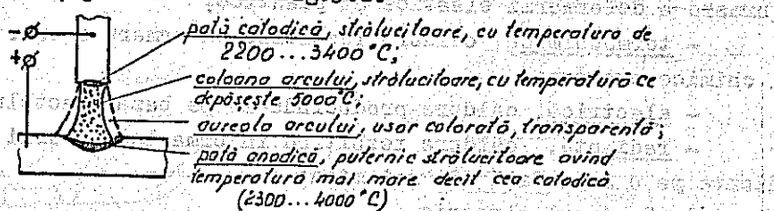

pată catodică, strălucitoare, cu temperatura de 2200...3400°C;
coloana arcului, strălucitoare, cu temperatură ce depăşeşte 5000°C;
aureola arcului, uşor colorată, transparentă;
pată anodică, puternic strălucitoare având temperatura mai mare decît cea catodică (2300...4000°C)

Fig. 9.8

Principalii parametrii ai arcului electric pentru sudare sînt:

- tensiunea arcului U_a (V)
- intensitatea curentului de sudare I_s (A)
- lungimea arcului ℓ (mm), reprezentînd distanţa între capătul electrodului şi piesă.

In timpul procesului de sudare, numai o parte din puterea arcului electric este folosită pentru topirea şi încălzirea materialului, parte denumită convenţional „ energie lineară" şi care se determină cu formula:

$$E_\ell = \frac{U_a \cdot I_s}{v_s} \cdot \eta \quad (J/m) \qquad (9.1.)$$

unde: Ua - este tensiunea arcului (V), Is - curentul de sudare v_s - viteza de sudare, (m/s), iar η = 0,6...0,95 este randamentul arcului electric, ce depinde de procedeul de sudare.

Intre lungimea arcului electric şi parametrii săi electrici există o legătură bine determinată (fig.9.9.) ce poate fi exprimată printr-o relaţie de forma:

$$U_a = a + b \cdot \ell \qquad (9.2.)$$

în care: a - suma căderilor de tensiune pe cele două pete, anodică, şi catodică (10÷12V);

b - căderea de tensiune de-a lungul coloanei arcului (2 ÷ 5 V/mm).

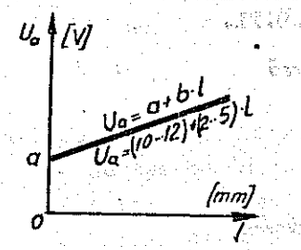


Fig. 9.9

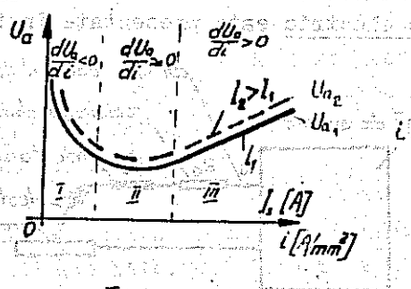


Fig. 9.10

Intre tensiunea arcului şi curentul de sudare există o legătură de tipul Ua = f(I_s) funcţie a cărei reprezentare grafică se numeşte caracteristica statică a arcului electric (fig.9.10.)

Din fig.9.10. se observă că odată cu creşterea lungimii arcului de la ℓ_1 la ℓ_2 tensiunea arcului se măreşte de la Ua_1 la Ua_2. Diverse procedee de sudare utilizează zone diferite ale acestei caracteristici. La densităţi de curent mari (II, III) curba este crescătoare liniar.

Se poate suda cu arc electric fie în curent continuu (cu polaritate directă legînd piesele la borna + a sursei de curent şi electrodul la borna - sau cu polaritate inversă cînd legăturile se fac invers) - fie în curent alternativ. Stabilitatea arcului de curent continuu este superioară celei a arcului de curent alternativ

1.3. Surse de curent pentru sudare

Sursele de curent pentru sudare sînt echipamente care asigură transformarea valorilor parametrilor curentului electric de la reţea (tensiune mare, curent mic) în valori ale acestor parametri, conforme cu necesităţile procesului tehnologic de sudare

(tensiune relativ mică, curent mare).

Cea mai importantă cerinţă pe care trebuie să o satisfacă o sursă de curent pentru sudare este legată de asigurarea stabilităţii arcului electric, înţelegînd prin aceasta revenirea în starea iniţială a sistemului sursă-arc şi arderea neîntreruptă a arcului, asigurîndu-se constanţa parametrilor procesului de sudare, atunci cînd este scos din această stare de către un factor perturbator extern.

Schema echivalentă a sistemului sursă de curent pentru sudare - arc electric este prezentată în fig.9.11.

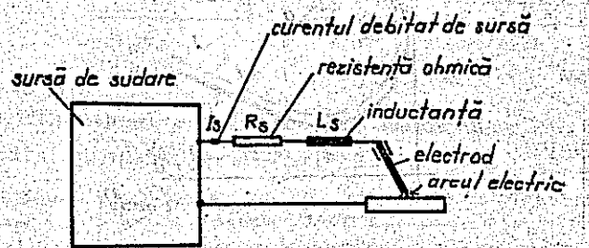


Fig. 9.11

Intre tensiunea la bornele sursei, U, şi intensitatea curentului debitat, I, există o dependenţă de forma U = f(I) a cărei reprezentare grafică poartă numele de caracteristică externă a sursei (fig.9.12).

Din anumite considerente tehnologice, în cadrul diferitelor procedee de sudare, această caracteristică trebuie să fie: puternic coborîtoare (1) - în cazul sudării cu arc electric cu electrozi metalici înveliţi, poate fi rigidă (2) - în cazul sudării prin procedeul MIG, sau urcătoare (3) - în cazul sudării cu procedeele MIG şi WIG. Stabilitatea statică a sistemului arc-sursă, în regim staţionar, se poate pune în evidenţă considerînd în acelaşi sistem de coordonate U - I caracteristica statică a arcului electric (1) şi caracteristica externă a sursei (2) fig. 9.13.

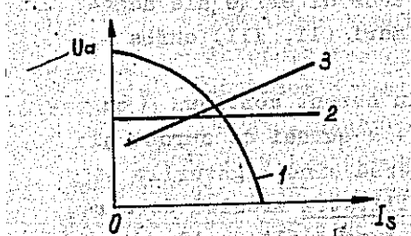


Fig. 9.12

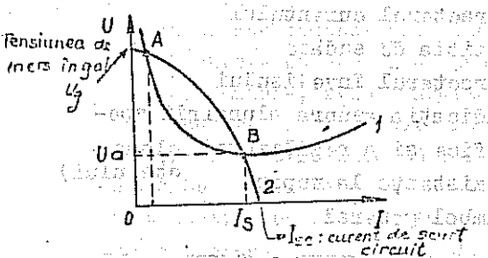


Fig. 9.13.

Luîndu-se în considerare cele două puncte posibile de funcţionare, se demonstrează că numai punctul B asigură o funcţionare stabilă. Acest punct este caracterizat de parametrii I_s şi U_a. (I_s - curentul de sudare, U_a - tensiunea arcului).

Practic, sursele de curent pentru sudare, în funcţie de tipul curentului debitat în circuitul de sudare se împart în două categorii:

- surse de curent alternativ ;
- surse de curent continuu.

Prima categorie este constituită de transformatoare, iar a doua este constituită de generatoare (convertizoare) şi de redresoare (cuplate cu transformatoare).

Elementele constructive ale surselor sînt prezentate în subcapitolul 3.

1.4. Procedee uzuale de sudare.

1.4.1. Sudarea manuală cu electrozi metalici înveliţi

Este procedeul de sudare prin topire cel mai răspîndit, folosind ca material de adaos electrozi metalici acoperiţi cu un înveliş ce are în principal rolul de a ioniza spaţiul în care arde arcul, de a-l proteja şi de a conduce într-un anumit mod procesele metalurgice din baia de metal topit (v. procedee de elaborare a oţelului).

Vergelele electrozilor sînt executate din material cît mai apropiat din punct de vedere chimic de materialul pieselor ce se sudează şi asigură o rezistenţă ceva mai mare decît cea a metalului de bază. Inveligul electrozilor poate fi: A-acid, B-bazic, C-celulozic, O-oxident, R-titanic (rutilic), după cum în compoziţia lui predomină SiO_2, CaO + MgO + MnO, celuloza, TiO_2, etc.

Simbolizarea electrozilor obişnuiţi conform STAS 1125/2 -81 cuprinde următoarele elemente: fig. 9.14.

Electrozii se leagă fie la polul negativ al surselor de curent continuu (realizîndu-se astfel polaritatea directă), fie la cel pozitiv (- polaritate inversă). Electrozii bazici se leagă numai la anod. Unele tipuri de electrozi pot fi folosiţi în curent alternativ.

INSTITUTUL POLITEHNIC BIBLIOTECA

E 43. 2. R. 2.2 / STAS 1125 /2 - 81

- caracterul curentului
- poziţia de sudare
- caracterul învelişului
- indicaţia asupra alungirii specifice şi a rezilienţei (clase oţelului)
- rezistenţa la rupere
- simbol general

Fig.9.14.

1.4.2. Sudarea automată sub strat de flux

Este un procedeu de sudare prin topire a tablelor cu grosimi de peste 6 mm;

- arcul electric arde acoperit de un strat de flux alcătuit de regulă din oxizi metalici uşor fuzibili. Schema de principiu a acestui procedeu este prezentată în fig.9.15.

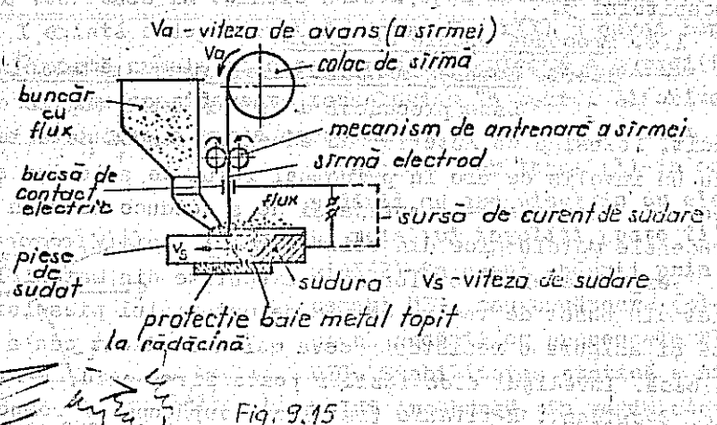


Fig. 9.15

Pentru sudarea a două piese prin acest procedeu avem nevoie de:

a) - sursă de sudare (transformator care să debiteze în circuitul de sudare 400-2000A);

b) sîrmă-electrod cu o compoziţie chimică apropiată celei a pieselor ce se sudează şi acoperită cu un strat subţire de cupru,

pentru un bun contact electric în bucşa de contact.

Sîrma nu mai este acoperită cu pastă ca electrozii de la sudarea manuală, rolul învelişului, fiind luat de către fluxul care acoperă arcul şi care îndeplineşte aceleaşi funcţiuni ca şi învelişul electrozilor. Sîrma electrod se găseşte înfăşurată pe un tambur şi, împreună cu buncărul de flux şi aparatura de comandă, sînt montate pe un cărucior care se deplasează de-a lungul pieselor ce urmează a fi sudate; deplasarea căruciorului se efectuează de regulă mecanic.

c) flux, alimentat dintr-un buncăr;

d) automat de sudare (tractor de sudare) ;

d) instalaţii de amorsare a arcului şi reglare a parametrilor ;

Caracteristic pentru acest procedeu de sudare este calitatea superioară a cusăturii sudate şi productivitatea mărită.

1.4.3. Sudarea în mediu de gaze protectoare

Este un procedeu de sudare prin topire, la care arcul electric arde într-o atmosferă protectoare de gaze.

Principal se deosebesc două variante:

- Sudarea în mediu protector de gaze cu electrod fuzibil (prescurat MIG, MAG).
- Sudarea în mediu protector de gaze cu electrod nefuzibil (WIG).

La sudarea prin procedeul MIG, arcul electric se formează între sîrma electrod care se topeşte şi piesa ce se sudează, într-o atmosferă de gaze inerte (Ar, He).

La sudarea prin procedeul MAG - atmosfera de protecţie o constituie CO_2 (se cheamă „ metal activ gaz " pentru că CO_2 este un gaz care influenţează compoziţia chimică a cusăturii sudate, spre deosebire de MIG, unde „ atmosfera" nu interacţionează în nici un fel cu baia de metal topit).

La sudarea prin procedeul WIG arcul electric arde între un electrod nefuzibil de wolfram şi piesele de sudat (cu sau fără material de adaos) într-o atmosferă de gaze inerte.

De remarcat faptul că unele din rolurile învelişurilor şi fluxurilor sînt îndeplinite acum de atmosfera protectoare în care arde arcul.

Schema de principiu a sudării MIG- MAG este prezentată în fig.9.16. iar a sudării WIG în fig.9.17.

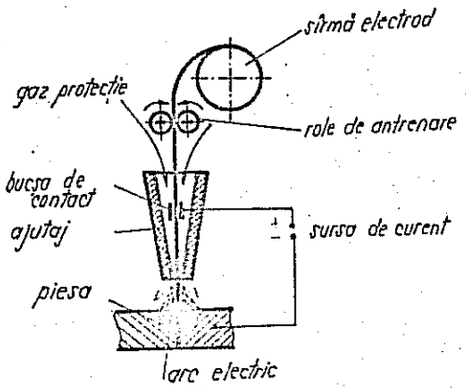


Fig. 9.16

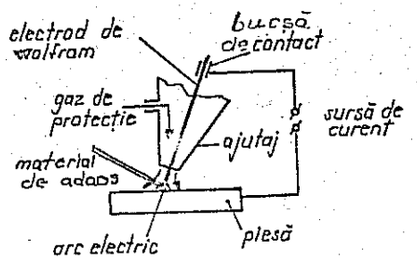


Fig. 9.17

1.4.4. Sudarea prin rezistență prin puncte

Sudarea electrică prin rezistență prin puncte este un procedeu de sudare prin presiune la care încălzirea pieselor în vederea sudării se realizează prin efect Joule.
Procedeul se aplică la sudarea prin suprapunere a tablelor subțiri, benzilor, profilelor dau sîrmelor.

Schema de principiu a procedeului este reprezentată în fig.9.18.

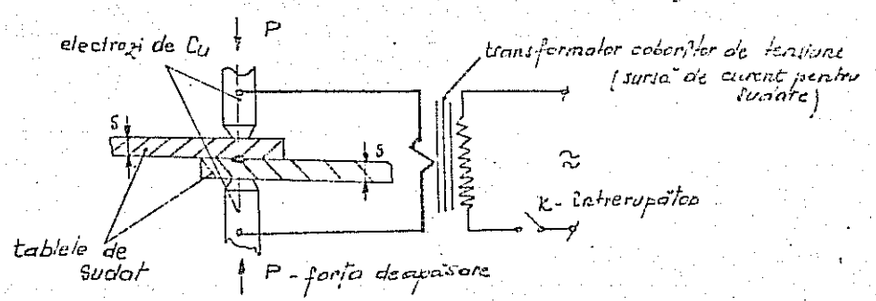


Fig. 9.18

Piesele ce se sudează sînt strînse între doi electrozi de cupru aliat cu Cr sau cu W, răciți, forțat cu apă. La închiderea

întrerupătorului K, transformatorul este pus sub tensiune și prin circuitul de sudare trece un curent de intensitate foarte mare (de ordinul miilor de amperi, la tensiune de 2 - 5 V).

Datorită rezistenței circuitului electrod-piesă-piesă-electrod și intensității mari a curentului electric se produce o cantitate de căldură și va lua astfel naștere între piese un nucleu de metal topit, prin solidificarea căruia va apărea punctul de sudură. Cusătura sudată se obține prin realizarea la anumite distanțe a unor astfel de puncte, dispuse pe un contur închis sau deschis.

1.4.5. Sudarea cu flacără oxigaz

La acest procedeu, îmbinarea se obține prin topirea marginilor pieselor de îmbinat, cu ajutorul unei flăcări determinate de arderea în oxigen a unui jet de gaz combustibil, de regulă acetilena, caz în care se obțin temperaturi de pînă la 3150°C, cu ajutorul unui arzător de sudare cu flacără .

OBSERVAȚIE În afară de sudare, flacăra oxi-gaz se mai folosește și la TAIEREA TERMICĂ a oțelurilor carbon obișnuite și slab aliate. În acest caz se folosește un arzător pentru tăiere oxigaz- diferit ca cel pentru sudare.

2. Teme practice

În cadrul lucrărilor de laborator ce urmează studenții vor studia aparatura specifică procedeelor prezentate anterior și vor determina experimental unele elemente tehnologice importante, ce au implicații directe asupra calității îmbinărilor sudate, asupra consumurilor energetice și costurilor ca și asupra productivității muncii. Aceste elemente au o importanță deosebită în pregătirea inginerească având-se în vedere ponderea importantă a producției de echipamente de sudare în industrie precum și ponderea proceselor de sudare în ansamblul proceselor tehnologice folosite în construcția de mașini.

3. LUCRAREA NR.11 - SUDAREA MANUALA CU ELECTROZI INVELITI

3.1. Utilaje de studiat în laborator

3.1.1. Transformatorul TASM - 3oo are schema de principiu din fig.9.19.

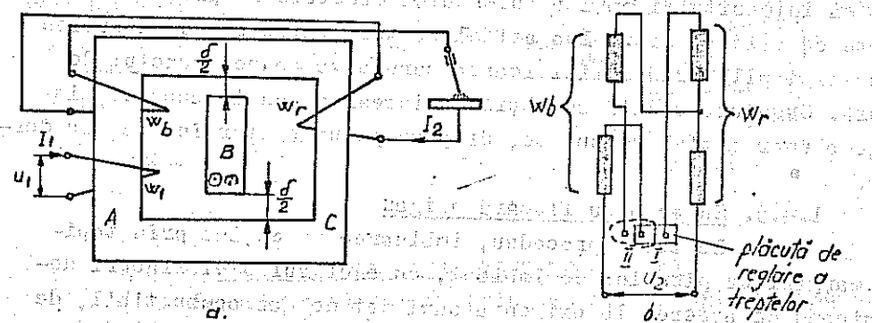


Fig. 9.19.

Pe coloana A a transformatorului sînt dispuse spirele înfășurării primare W_1 și spirele secundare de bază W_b. Pe coloana C sînt înfășurate spirele bobinei de reacție W_r, legate în serie cu spirele înfășurării secundare de bază. Modificarea curentului de sudare la valorile dorite se face în două moduri:

- reglare brută (în 2 trepte) prin modificarea numărului de spire din înfășurări : poz.I-II a plăcuței de pe carcasa transformatorului;
- reglare fină (continuă) prin modificarea intrefierului variabil, la deplasarea miezului mobil B.

Caracteristicile tehnice ale acestui transformator sînt prezentate în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1.

Nr. crt.	Caracteristici tehnice	Valori
1.	Curentul de sudare treapta I	75 - 23o A
2.	Curentul de sudare treapta II	21o - 48o A
3.	Tensiunea de mers în gol	8o V
4.	Tensiunea de sudare	23 - 39 V
5.	Putere absorbită	19,5 KVA
6.	Factor de putere ($\cos\varphi$)	o,57
7.	Randament	86%

3.1.2. Convertizorul CS 35o este o sursă de curent pentru sudare ce debitează în secundar curent continuu. Constructiv se compune dintr-un motor electric asincron trifazat și un generator de curent continuu cu rotorul (indusul) în scurtcircuit, montat pe același ax cu rotorul motorului.

Reglarea curentului de sudare se face în două moduri (fig.9.2o.a): brut și fin.

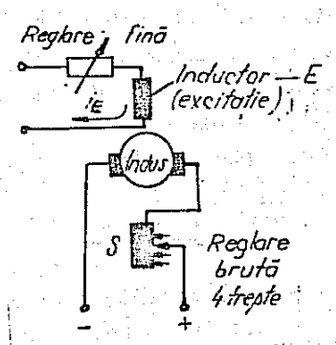


Fig. 9.20 a.

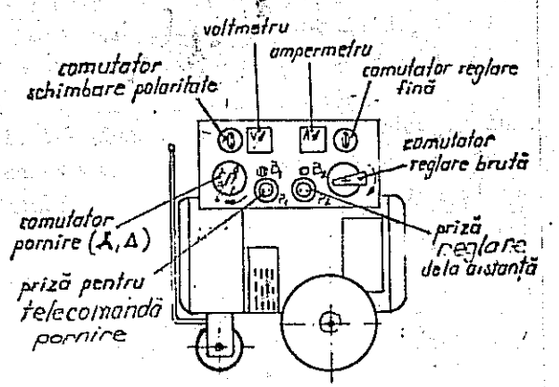


Fig. 9.20 b.

Reglarea brută se face prin modificarea numărului de spire din înfășurarea serie a generatorului (S). Reglarea fină se face modificînd curentul de excitație i_ϵ din înfășurarea de excitație (E). Panoul de comandă al convertizorului conține următoarele elemente (fig.9.2o.b.):

Caracteristicile tehnice ale convertizorului CS -35o sînt prezentate în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2.

Nr. crt.	Caracteristici tehnice	Valoare
1.	Domeniul de reglare	5oA - 37o A
2.	Nr.treptelor de reglare brută	4
3.	Nr. treptelor de reglare fină	1o
4.	Tensiune de mers în gol	65 V
5.	Puterea motorului de acționare	14 kW
6.	Randamentul total	55%

3.3. Echipamentul de protecţie şi lucru

In afară de sursele de curent electric necesare pentru sudare, la postul de sudare mai sînt necesare o serie de accesorii, care fac posibilă desfăşurarea în bune condiţii a operaţiei de sudare atît din punct de vedere tehnic- calitativ cît şi din punct de vedere al protejării sudorului în timpul lucrului.

Acestea sînt: scule, dispozitive, cabluri de legătură, materiale de protecţie.

- Cablurile pentru sudare asigură realizarea circuitelor de sudare, adică legătura unui pol al sursei cu piesa de sudat şi a celuilalt pol cu cleştele portelectrod. Sînt executate din cupru sau aluminiu, de construcţie multifilară şi izolate cu un înveliş din cauciuc.

- Cleştele portelectrod serveşte la prinderea electrodului şi conducerea lui în timpul sudării. El trebuie să asigure un contact bun cu electrodul şi în acelaşi timp să aibă un mîner bine izolat. Construcţia unui portelectrod este prezentată în fig. 9.21.

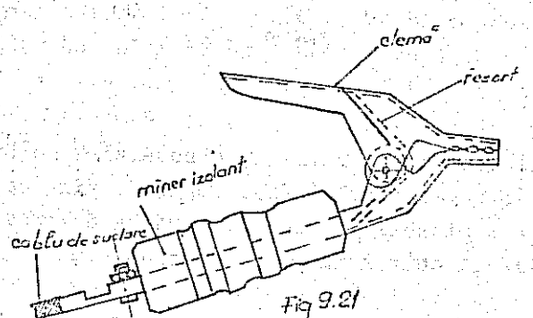


Fig 9.21

- Clema de contact serveşte la stabilirea legăturii electrice între cablul legat la un pol al sursei şi piesa de sudat („masă"); are o construcţie asemănătoare cleştelui portelectrod.
- Ciocanul de sudor necesar pentru curăţirea zgurii avînd un cap în formă de piramidă sau de con şi celălalt sub formă de daltă.
- Peria de sîrmă de oţel, necesară pentru curăţire zgurii şi a ruginii de p

suprafaţa pieselor de sudat.

- Echipamentul de protecţie se compune din:

- mască de mînă cu ecran filtrant pentru protecţia ochilor, feţei şi capului împotriva radiaţiilor;
- mînuşi cu 5,2,sau cu un deget, cu sau fără manşete;
- şorţ din piele;
- ghete sau jambiere din piele;

3.2. Experiment de sudare manuală cu electrozi înveliţi

Studenţii vor participa la un experiment de sudare, ajutaţi de tehnicianul din laborator.

Ei vor efectua măsurători şi vor nota (distribuindu-şi convenabil sarcinile de lucru) următoarele elemente:

- marca metalului de bază şi grosimea lui -s (mm);
- masa iniţială a pieselor de sudat (punctele la capete) m_1; aceasta se va determina prin cîntărire;
- lungimea zonei de îmbinat prin sudare l_s;
- diametrul vergelei electrozilor folosiţi d_e, diametrul învelişului, lungimea electrodului, marca electrodului notată pe cutia de ambalare a acestora, caracteristicile mecanice precizate de producător, pentru cusătura sudată;
- tensiunea de mers în gol a sursei de curent de sudare U_s (se va preciza tipul sursei şi se vor însuşi: schema de principiu şi elementele de comandă şi reglare).
- timpul efectiv de sudare a unui rînd t_s;
- curentul mediu de sudare I_s; } mai multe determinări, la
- tensiunea medie a arcului U_a; } lungimi diferite ale arcului!
- polaritatea;
- masa pieselor îmbinate (după curăţirea zgurii) m_2;
- lăţimea medie a sudurii B;
- grosimea medie a sudurii H (în acest scop, după cîntărire, se va rupe îmbinarea şi se va măsura grosimea sudurii în mai multe locuri, calculîndu-se media aritmetică).

Studenţii vor întocmi o schiţă cotată a secţiunii transversale a sudurii realizate, punînd în evidenţă cotele B,H; s ca şi forma rostului.

Se va calcula coeficientul de formă

$$c_f = \frac{B}{h} \qquad (9.3.)$$

Se va determina viteza de sudare v_s,

$$v_s = \frac{l_s}{t_s} \quad (m/oră), (m/s) \qquad (9.4.)$$

(Se vor face toate transformările necesare,ale unităţilor de măsură).

Se va determina densitatea de curent în electrod i_s cu relaţia:

$$i_s = \frac{I_s}{A_e} = \frac{4I_s}{\pi \cdot d_e^2} \quad (A/mm^2) \qquad (9.5.)$$

în care A_e este aria secţiunii transversale prin sîrma electrodului.

Se verifică alegerea raţională a parametrilor regimului de sudare prin calcularea energiei liniare, cu relaţia 9.1.

Randamentul de utilizare a căldurii dezvoltate de arcul electric are valoarea medie η = o,7.

Pentru energia liniară realizată se recomandă valorile:

- pentru d_e = 3,25 mm E_L = 7oo.ooo - 1.1oo.ooo J/m
  4 mm 9oo.ooo - 1.3oo.ooo J/m
  5 mm 1.1oo.ooo - 1.8oo.ooo J/m
  6 mm 1.3oo.ooo - 2.ooo.ooo J/m

Se va determina <u>coeficientul de depunere</u> cu relaţia:

$$C_d = \frac{m_2 - m_1}{I_s \cdot t_s} \quad \left(\frac{g}{A \cdot or\check{a}}\right) \qquad (9.6.)$$

Cantitatea de metal depus, $m_2 - m_1$ se poate determina şi prin calcul, cu relaţia: $m_2 - m_1 = o,9\ V_e \cdot \gamma$ (9.7.)

în care V_e este volumul metalului consumat din electrod, iar γ este densitatea oţelului (γ = 7,85 g/cm^3).

Coeficientul de depunere C_d este o caracteristică a fiecărui tip de electrod şi depinde de corecta alegere şi menţinere a parametrilor I_s, U_a şi v_s, ca şi de lungimea arcului.

Considerînd un ciclu de lucru cu un timp total t_t =3 minute, se va calcula <u>durata activă</u> realizată DA.

$$DA = \frac{t_s}{t_t} \cdot 1oo \quad (\%) \qquad (9.8.)$$

Cu perechile de valori $I_s - U_a$ se ridică diagrama caracteristicii externe a sursei, folosindu-se şi tensiunea de mers în gol U_g.

3.3. <u>Stabilirea (proiectarea) parametrilor regimului de sudare</u>

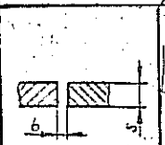
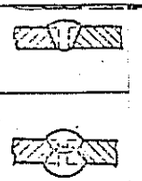
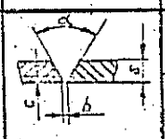
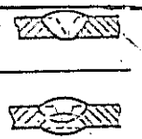
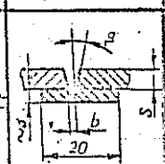
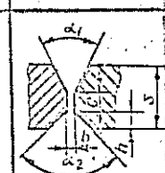
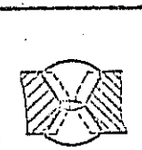
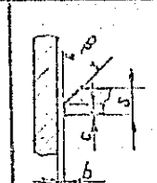
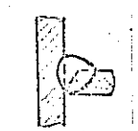
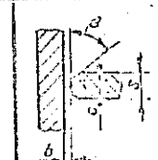
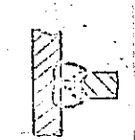
Studenţii vor stabili individual sau în grupuri mici, regimul de sudare pentru realizarea unei îmbinări precizate de cadrele didactice.

Se stabilesc parametrii precizaţi în continuare:

a. <u>Tipul rostului</u> se alege din tabelul 9.3. - se va executa schiţa;

b. In funcţie de natura materialului de bază, se alege <u>tipul electrodului</u>, cu ajutorul tabelului 9.4., în care se dau <u>simbolurile sumare</u> (comerciale) ale electrozilor.

<u>Îmbinări sudate manual cu arc electric</u> <u>Tabelul 9.3</u>

Denumirea cusăturii	Forma rostului	Forma îmbinării	Grosimea metalului de bază (mm) S	Dimensiunile rostului α,β (grade)	b (mm)	c (mm)	Observ.
Sudură în I			până la 1 1...3 până la 2 2...5	- - - -	o..1 o..2 o..1 1..3	- - - -	Se recomandă suport -
Sudură în Y			3...2o	5o... 6o	o..3	1... 3	Se recomandă pentru prelucrarea mecanică a marginilor
Sudură în V pe suport			>6	8... 12	4..8	-	Suport de oţel
Sudură în X			12...4o	α_1 = 5o°..6o° α_2 = 5o..9o	1..3	o... 2	$\alpha_2 > 6o^0$ Se aplică la sudura mecanizată ($k \approx \frac{1}{2} \ldots \frac{1}{3}$)
Sudură în 1/2 V			4...2o	45... 6o	o..3	o... 3	Se recomandă completarea la rădăcină
Sudură în K			12...4o	45... 6o	o..3	o... 2	-

Tipuri de electrozi Tabelul 9.4

Nr. crt.	Marca	Indicaţii de utilizare
	Electrozi pentru sudarea oţelurilor nealiate	
1.	E42B	Sudarea oţelurilor carbon cu max. o,3% C şi slab aliate cu mangan.
2.	E46B	Sudarea oţelurilor carbon şi a oţelurilor slab aliate cu $R_m \leq 51o$ N/mm^2.
3.	E42A	Sudarea oţelurilor necalmate cu max. o,25% C pentru table şi profile subţiri numai în poziţie orizontală.
4.	E44C	Sudarea oţelurilor carbon cu max. o,25% C. Se poate suda în toate poziţiile.
5.	E44T	Sudarea îmbinărilor solicitate static şi dinamic în construcţii metalice, rezervoare, conducte, nave.
6.	E48T Superextra	Sudarea îmbinărilor în construcţii uşoare solicitate static şi dinamic. Sudează în toate poziţiile.
7.	E48T Favorit	Idem.
8.	Supertit	Sudarea oţelurilor carbon exploatate până la 0°C în construcţii metalice uşoare.
9.	Supertit fin	Sudarea oţelurilor nealiate în poziţii dificile, table subţiri.
lo.	Ferotit	Sudarea îmbinărilor de colţ şi a straturilor terminale ale îmbinărilor cap la cap în poziţie orizontală, în jgheab şi uşor înclinat. Electrozi de mare randament
11.	Celtit	Sudarea oţelurilor carbon exploatate până la 0°C; realizarea îmbinărilor sudate în condiţii dificile.
12.	Sudofer	Sudarea straturilor de protecţie a îmbinărilor sudate supuse coroziunii zincului;
13.	EVB 14o	Sudarea în poziţie verticală ascendentă a structurilor din oţel carbon şi slab aliate; Electrozi de mare randament.

Tabelul 9.4 (continuare)

Nr. crt.	Marca	Indicaţii de utilizare
		Electrozi pentru sudarea oţelurilor slab aliate şi a oţelurilor cu limita de curgere ridicată
1.	E5oB	Sudarea oţelurilor slab aliate în construcţii metalice puternic solicitate dinamic exploatate la temperaturi joase ;
2.	Unibaz	Sudarea în curent continuu sau alternativ a oţelurilor carbon şi slab aliate în construcţii metalice puternic solicitate ;
3.	Superbaz	Sudarea structurilor puternic solicitate static şi dinamic şi secţiunilor groase din oţeluri slab aliate exploatate la temperaturi pînă la -3o°C ;
4.	Zirbaz	Sudarea structurilor exploatate la temperaturi scăzute pentru îmbinări de colţ şi cap la cap sudate în poziţie orizontală. Electrozii sînt de mare randament .
5.	Corten	Suderea structurilor realizate din oţeluri de uz general pentru construcţii rezistente la coroziune atmosferică ;
6.	Nibaz 55	Sudarea structurilor din oţeluri slab aliate şi cu limită de curgere ridicată de granulaţie fină, puternic solicitate, exploatate pînă la -4o°C .
7.	Tenabaz	Suderea oţelurilor slab aliate avînd impusă rezilienţa KCU la -7o°C şi a oţelurilor cu limita de curgere ridicată pînă la 42o N/mm^2 puternic solicitate dinamic .
8.	Rezist B-7o	Sudarea oţelurilor de înaltă rezistenţă min. 685 N/mm^2 exploatate pînă la temperaturi joase -4o°C .
9.	Nibaz 65	Sudarea oţelurilor cu limită de curgere ridicată exploatate la temperaturi pînă la -5o°C puternic solicitate dinamic .
1o.	EB - 3	Sudarea structurilor din oţeluri cu granulaţie fină, cu limită de curgere ridicată puternic solicitate, exploatate la temperaturi scăzute pînă la -5o°C .

Tabelul 9.4 (continuare)

Nr. crt.	Marca	Indicaţii de utilizare
1.	Electrozi pentru sudarea oţelurilor termorezistente	
1.	EMoT	Sudarea oţelurilor slab aliate cu o,5% Mo termorezistente pînă la 5oo°C .
2.	EMoB	Sudarea oţelurilor slab aliate cu o,5% Mo
3.	Molibaz	termorezistente pînă la 5oo°C cu limita de curgere ridicată .
4.	EMoCrB	Sudarea oţelurilor slab aliate cu o,5% Mo si 1% Cr termorezistente pînă la 53o°C .
5.	EMoCr1T	Sudarea oţelurilor slab aliate cu o,5% Mo şi 1% Cr termorezistente pînă la 55o°C. Sudează şi în curent alternativ .
6.	EVMoCr1B	Sudarea oţelurilor slab aliate cu o,2% V, o,5% Mo şi 1% Cr termorezistente pînă la temperatura de 56o°C .
7.	EMo1Cr2B	Sudarea oţelurilor slab aliate cu 1%Mo şi 2% Cr termorezistente pînă la 6oo°C .
8.	EVMoCr5B	Sudarea oţelurilor slab aliate cu o,5% Mo şi 1% Cr termorezistente pînă la 56o°C .
	Electrozi pentru sudarea oţelurilor înalt aliate, rezistente la coroziune şi refractare :	
1.	ECr19Ni9	Sudarea oţelurilor înalt aliate de tip 18Cr8Ni rezistente la coroziune pînă la 3oo°C .
2.	ECr18Ni8Mn6X	Sudarea oţelurilor sensibile la fisurare, oţelurilor de îmbunătăţire, oţelurilor inoxidabile rezistente pînă la 85o°C, oţelului austenitic manganos şi înbinărilor eterogene .
3.	ECr25Ni2oB	Sudarea oţelurilor refractare înalt aliate cu 25%Cr şi 2o% Ni rezistente la oxidare pînă la 1o5o - 12oo°C, oţeluri greu sudabile .
4.	ECr19NiloNbB	Sudarea oţelurilor inoxidabile anticorozive stabilizate cu niobiu de tip 18/8 .
5.	Inox.19.9.Nb	Sudarea oţelurilor înalt rezistente la coroziune şi înalt refractare de tip 12NiCr18o, loTiNiCr18o,
6.	T4	Sudarea oţelurilor greu sudabile

Tabelul 9.4 (continuare)

Nr. crt.	Marca	Indicaţii de utilizare
		Electrozi pentru sudarea fontei:
1.	EF - NiCu	Repararea defectelor de turnare ale pieselor din fontă cenuşie.
2.	EF - NiFeB	Sudarea la rece şi remanierea defectelor de turnare ale pieselor din fontă (cenuşie, cu grafit nodular sau maleabilă), îmbinări fontă - oţel.
3.	EF - Fe	Sudarea la cald şi remanierea defectelor de turnare ale pieselor din fontă cenuşie.
		Electrozi pentru sudarea aluminiului:
1.	EAlSi - P	Sudarea şi încărcarea prin sudare a pieselor turnate din aluminiu
		Electrozi pentru încărcarea cuprului şi a aliajelor sale:
1.	E - Cu9	Incărcarea la cald a pieselor masive din cupru şi a aliajelor cuprului. Imbinări sudate eterogene: oţel-bronzuri, oţel-fontă, etc.
2.	E - Bz6	Incărcarea la cald a pieselor din bronzuri de staniu şi a alamelor, solicitate la uzare metal pe metal şi la coroziune chimică.
3.	E - Bz8Al	Incărcarea pieselor din bronzuri de aluminiu.
4.	E - CuNiAl	Incărcarea pieselor din aliaj CuNiAl de mari dimensiuni. Diametrul vergelei electrozilor este de 8mm.

Se va reţine simbolizarea completă a electrozilor metalici înveliţi. Aceasta se face conform STAS 7240-81, precizîndu-se în această ordine următoarele:

- Caracteristicile mecanice (se notează valorile minime ale rezistenţei la tracţiune, clasa de calitate a oţelului, după simbolul general E).

- Compoziţia chimică a vergelelor metalice ale electrozilor aliaţi se simbolizează prin literele elementelor principale de aliere urmate de o cifră care reprezintă conţinutul mediu al elementelor de aliere;

- Caracterul învelişului se simbolizează conform tabelului 9.5.

Tabelul 9.5.

Tipul învelişului		Observaţie
Denumire	Simbol	
acid	A	
acid	AR	
bazic	B	Electrozii bazici se folosesc NUMAI în curent continuu, cu polaritatea INVERSA (legaţi la +)
celulozic	C	
oxidant	O	
rutilic(cu grosime medie)	R	
rutilic (cu grosime mare)	RP	
alte învelişuri	X	

- Grosimea învelişului în funcţie de raportul între diametrul electrodului învelit (D) şi diametrul vergelei (d) se simbolizează prin următoarele litere:

s - înveliş subţire, cu raportul D/d = max. 1,4;

m - înveliş mediu, cu raportul D/d = 1,4 ....1,55;

fg - foarte gros, cu raportul D/d = peste 1,7;

Cu cît învelişul este mai gros, cantitatea de zgură şi gaze este mai mare, ionizarea arcului mai bună, arcul mai stabil, tensiunea de sudare mai mică.

Prezenţa în înveliş a fluorurii de calciu (CaF_2) conduce la fluidizarea zgurii.

- Poziţiile de sudare se simbolizează în felul următor:

1 - toate poziţiile,

2 - toate poziţiile, exceptînd poziţia verticală descendent;

3 - poziţia orizontală , orizontală în jgheab şi orizontală pe perete vertical;

4 - orizontală şi orizontală în jgheab;

5 - poziţia orizontală, orizontală în jgheab, orizontală pe perete vertical, verticală descendent.

- Caracterul curentului de sudare se simbolizează conform tabelului 9.5.

Tabelul 9.6.

Simbol	Curent continuu Electrodul racordat la polul:	Curent alternativ Tensiunea nominală de mers în gol:
0	+	neimpusă
1	+ sau -	5o
2	-	5o
3	+	5o
4	+ sau -	7o
5	-	7o
6	+	7o
7	+ sau -	9o
8	-	9o
9	+	9o

- Caracteristicile tehnice speciale ale electrozilor pentru sudarea oţelurilor carbon şi slab aliate se simbolizează prin următoarele litere:

H - electrozi cu conţinut redus de hidrogen;

P - electrozi cu pătrundere adîncă;

Fe- electrozi care conţin pulbere de fier de min. 15%.

In cazul electrozilor de mare randament, aceasta se va specifica prin valoarea medie a randamentului.

EXEMPLE DE NOTARE

- Electrozi pentru sudarea oţelurilor carbon:

E 43. 2. R. 2.2 /STAS 1125/2 - 81

caracterul curentului
poziţia de sudare
caracterul învelişului
clasa de calitate a oţelului
rezistenţa la rupere
simbol general

- Electrozi pentru sudarea unor oţeluri aliate (de exemplu pentru sudarea oţelurilor cu granulaţie fină şi a oţelurilor utilizate la temperaturi scăzute:

E Y 5o. 7. Si1Mn1Ni. B. 2. 11o. O 6/STAS 1125/3-76

conţinutul de hidrogen difuzibil în cm^3 la 1oo g metal depus;
caracterul curentului;
randamentul nominal;
poziţia de sudare;
caracterul învelişului;
compoziţia chimică; (%)
clasa de calitate a oţelului;
rezistenţa la rupere;
simbol general;

c. Diametrul electrodului se alege în funcţie de grosimea materialului de bază s, dintre valorile d_e standardizate, astfel ca

$$d_e \leq s \qquad (9.9.)$$

Valorile uzuale sînt:

d_e = 2; 2,5; 3,25; 4; 5; 6 mm.

Dacă sudarea se execută din mai multe treceri,(la table de grosime mare) prima trecere se execută cu un electrod mai subţire.

d. Calculul curentului de sudare se face în funcţie de diametrul electrodului cu relaţia:

$$I_s = (4 \ldots 5)\ (d_e + 5)\ d_e k_1 \cdot k_2 \quad (A) \qquad (9.1o.)$$

sau

$$I_s = 4o \cdot d_e \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (A) \qquad (9.1o'.)$$

Valoarea coeficienţilor $K_1 = 1$ şi $K_2 = 1$ cînd se sudează orizontal şi dacă totodată:

$$s = (1,5 \ldots 3) \cdot d_e \qquad (9.11.)$$

respectiv $d_e = (o,3 \ldots o,7) \cdot s$

La sudarea „de poziţie", de exemplu pe pereţi verticali sau pe plafon $k_1 = o,8 \ldots o,9$.

Dacă $d > o,7 \cdot s$ se ia $k_2 = o,8 \ldots o,95$,

iar dacă $d < o,35\ s$ se ia $k_2 = 1,1 \ldots 1,2$

Cu cît intensitatea creşte, cu atît creşte pătrunderea şi grosimea stratului (rîndului) executat h. Aceasta nu depăşeşte de regulă grosimea electrodului d_e. La creşterea forţată a curentului, în scopul creşterii pătrunderii, în piese rezultă tensiuni şi deformaţii remanente foarte mari.

In funcţie de adîncimea de pătrundere realizată la experiment se va aprecia numărul de straturi necesar de depus pentru a se realiz îmbinarea unor piese de grosimi mai mari.

e. Tensiunea arcului U_a se stabileşte în limitele 22-3oV, în funcţie de mărimea curentului de sudare I_s, de grosimea electrodului d_e, de natura şi grosimea învelişului, de caracterul curentului.

Se are în vedere faptul că lungimea recomandată a arcului electric este aproximativ egală cu diametrul d_e al electrodului.

Tensiunea creşte practic linear cu lungimea arcului (v.fig.9.9.).

Creşterea tensiunii implică deci **pierderi mari de căldură** în arc, pierderi de metal prin stropi şi lăţirea uşoară (pînă la un moment dat) a cusăturii, dar şi scăderea pătrunderii şi creşterea supraînălţării cusăturii, cu efecte negative în comportarea sudurii.

3.4. Comentarii şi concluzii

Se vor comenta personal, elementele legate de calitatea sudurii, de mărimea parametrilor regimului, de materialul de bază, şi de cele ale electrozilor, ca şi de condiţiile de lucru, construcţia utilajelor folosite şi dificultăţile ce apar în stabilirea parametrilor regimului şi sudarea efectivă.

Se vor imagina elemente pentru îmbunătăţirea calităţii sudurii şi a productivităţii muncii, pentru creşterea gradului de protecţie şi securitate a următorilor sudori.

4. LUCRAREA NR. 12 - SUDAREA AUTOMATĂ SUB FLUX

4.1. Utilaje de studiat în laborator

Se vor identifica elementele componente ale instalaţiilor prezentate în continuare şi se vor compara schiţele efectuate anticipat după îndrumar, cu instalaţiile concrete din laborator; în urma examinării instalaţiilor se vor reţine elementele constructive de principiu: componenţa tractorului, modul de poziţionare şi acţionare, elementele acţionate, construcţia şi modul de reglare a sursei de curent de sudare.

ATENŢIE! Înainte de a examina instalaţiile, verificaţi dacă sînt scoase de sub tensiune!

NU se atinge NICI O INSTALAŢIE fără aprobare expresă !

PERICOL DE GRAVE ACCIDENTE !

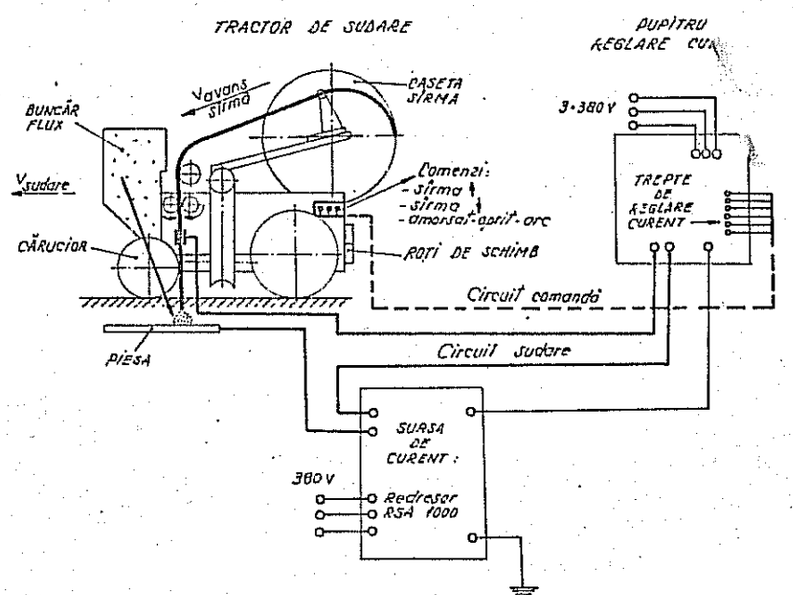


Fig.9.22.

Tractorul AST -3, cuplat la redresorul RSA -1000

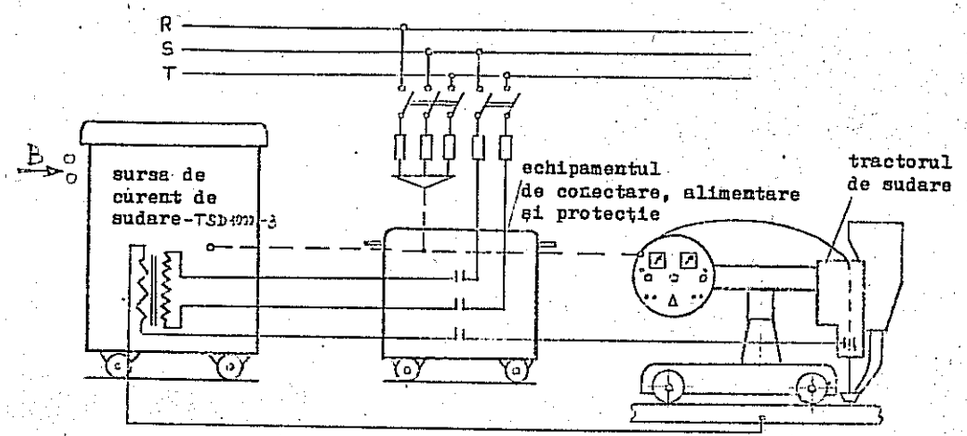


Fig.9.23. Instalația tip ADS 1000-2 - schemă generală

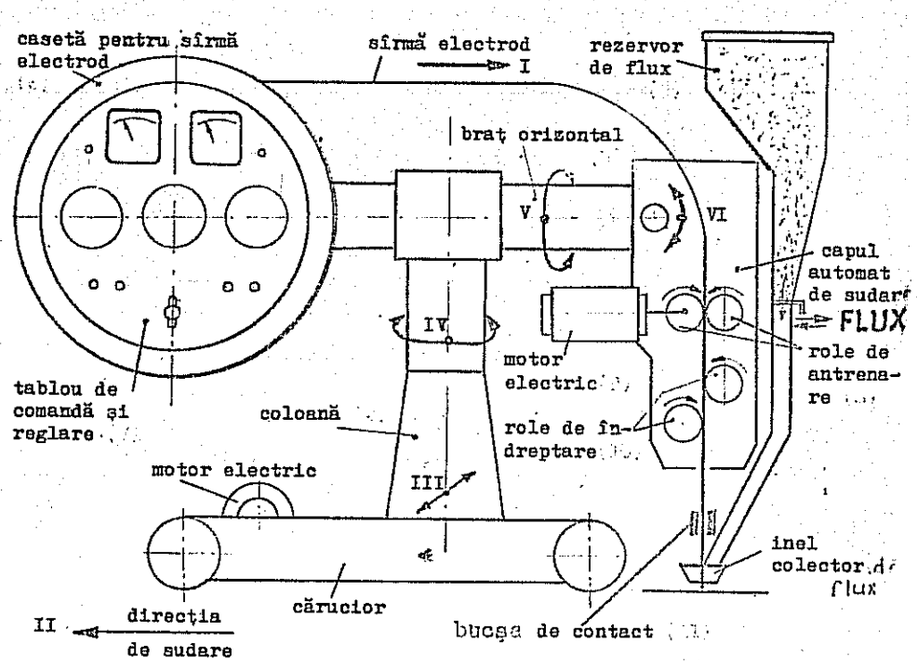


Fig. 9.24. Schema de principiu a tractorului ADS 1000-2
I...VI- mișcări și poziționări

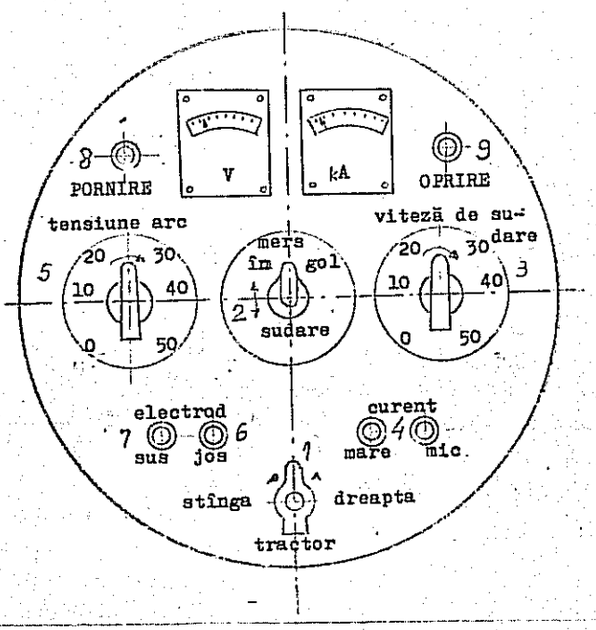


Fig.9.25.Tabloul de comandă al tractorului tip ADS 1000-2

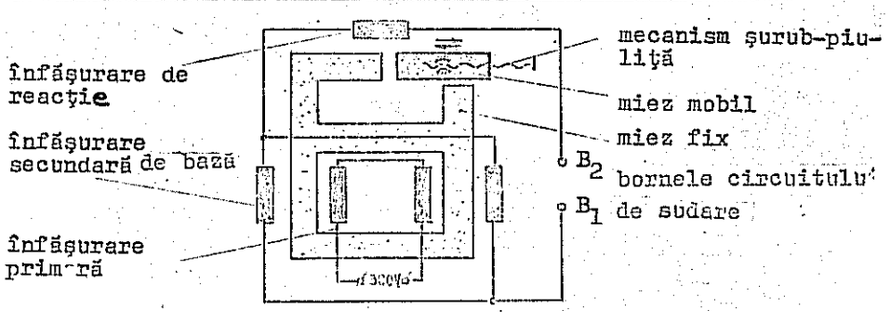


Fig.9.26. Schema de principiu a transformatorului tip TSD 1000.3

Se va observa că:

- tractorul de sudare este de regulă alcătuit dintr-un CĂRUCIOR deplasabil orizontal pe roţi cu viteza de sudare v_s, reglabilă mecanic (cu roţi dinţate de schimb - vezi AST -3) sau electric (cu potenţiometre - vezi ADS 1000-3); pe cărucior există un CAP de SUDARE (destinat conectării sîrmei -electrod în circuitul de sudare şi conducerii - îndreptării - acţionării sîrmei), un LUNCAR cu FLUX pentru sudare şi un PANOU de COMANDA, toate acestea în diverse variante, la diverse instalaţii.

- Sursa de curent permite realizarea unor curenţi de **pînă la** şi chiar peste 1000 A, la tensiuni de 25...40V, avînd deci o putere foarte mare.

- Viteza de avans a sîrmei v_a poate fi constantă în timpul sudării (ca la AST -3) sau variabilă (ca la ADS 1000-2) în funcţie de tendinţa lungirii sau scurtării accidentale a arcului la un moment dat, ceea ce asigură o stabilitate mai mare a lungimii arcului. Schema-bloc a unui astfel de sistem este dată în fig.9.27.: rolele de acţionare a sîrmei sînt rotite de motorul de curent continuu MCC prin intermediul reductorului R. MCC este alimentat de generatorul GCC, special, prevăzut cu o înfăşurare de excitaţie suplimentară IE, racordată la tensiunea arcului Ua.

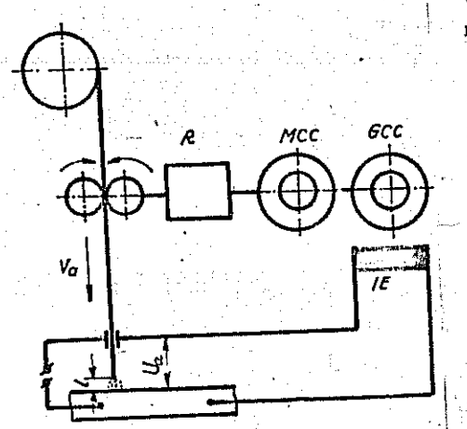


Fig.9.27.

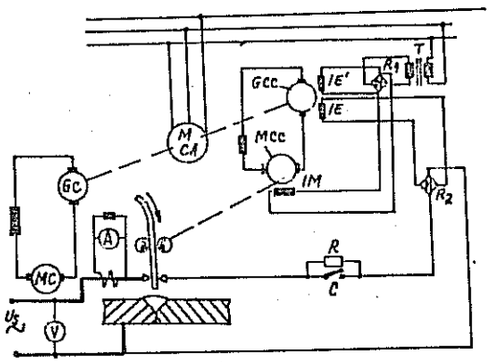
Intre lungimea arcului l, tensiunea U_a, viteza sîrmei v_a se realizează următoarea corelaţie:

$$\nearrow l \Longrightarrow \nearrow U_a \Longrightarrow \nearrow v_a \Longrightarrow \searrow I^{cc} \text{ şi invers,}$$

ceea ce asigură stabilitatea lungimii l a arcului.

La tractorul AST-3 viteza de avans a sîrmei-electrod se reglează cu roţi dinţate de schimb (se vor identifica în laborator).

O schemă ceva mai detaliată a instalaţiei descrise este dată în fig. 9.28. (se vor identifica elementele).

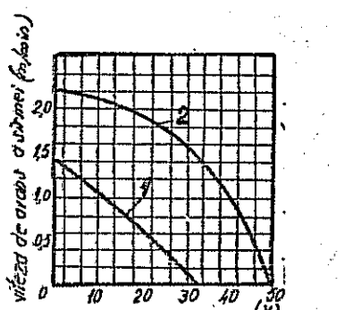


MCA -motor de curent alternativ
G.C.-generatorul de alimentare a motorului MC , al căruciorului
A -ampermetru
V - voltmetru
C -contactor
R -releu
d_1, d_2-redresoare
T -transformator
MCC- motorul de acţionare a sîrmei

GCC- generatorul ce alimentează motorul MCC.

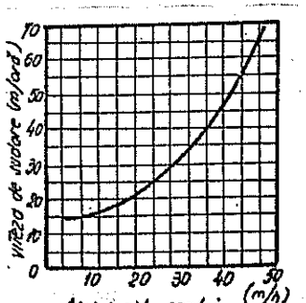
Fig.9.28.

- Viteza de avans a sîrmei v_a şi respectiv viteza de sudare v_s, la automatul ADS 1000-2 se stabilesc cu ajutorul unor potenţiometre de pe tractor, indirect, prin intermediul diagramelor din fig. 9.29., şi 9.3o.; situarea pe una din cele două curbe se face de un comutator existent pe panoul frontal al echipamentului de conectare-alimentare, în care sînt amplasate majoritatea elementelor din fig.9.28.



Diviziunile scalei tensiunii de sudare - potenţiometrul 5 din fig. 9.25

Fig. 9.29



Diviziunile scalei vitezei de sudare - potenţiometrul 3 din fig. 9.25

Fig. 9.3o

Amplasarea comutatorului C_2 - „tensiune a arcului" este arătată în fig.9.31.

In aceeași figură este prezentată și amplasarea întreruptorului general C_1 - cuplare la rețea. Reglarea curentului de sudare la instalația ADS 1000-2 se face fie de la tractorul de sudare, prin apăsarea pe unul din butoanele 4 din fig. 9.25., fie de la sursa de curent (transformatorul TSD 1000-3) prin apăsarea pe unul din butoanele B amplasate în locul marcat de o săgeată în fig.9.23. In vederea sudării, se poziționează tablele de îmbinat și se aduce sîrma-electrod în contact ușor cu acestea în punctul unde se va amorsa arcul. In acest scop se apasă pe butoanele 6 -7 (vezi fig.9.25.,), în timp ce comutatorul 2 este pe poziția „mers în gol". Apoi se acoperă capătul sîrmei-electrod cu flux, prin tragerea subțirului de la partea inferioară a rezervorului de flux (notat pe fig.9.24. prin indicația FLUX).

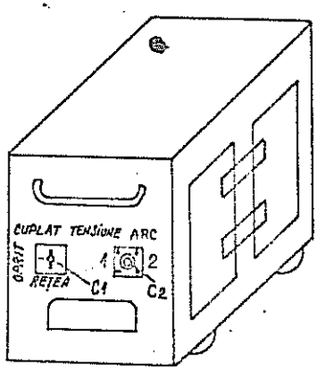


Fig.9.31.

Se reglează curentul de sudare, tensiunea arcului și viteza de sudare la valorile dorite, se pune comutatorul 2 pe poziția „sudare" iar apoi se apasă pe butonul 8 - PORNIRE (fig.9.25.). Acesta declanșează simultan: amorsarea și menținerea arcului, deplasarea sîrmei electrod și a cărucioruluí. Oprirea acestora are loc la apăsarea pe butonul 9 - OPRIRE.

Sensul de deplasare a tractorului se modifică prin rotirea cu 180° a comutatorului 1 de pe tabloul de comandă.

Pentru sudare, studenții vor fi ajutați de personalul tehnic din laborator.

ATENȚIE: Este interzisă apăsarea pe butonul 8 înainte de acoperirea cu flux a contactului sîrmă-piesă. PERICOL DE ACCIDENTE !

4.2. Sîrme-electrod și fluxuri pentru sudare automată

Studenții vor studia în laborator mărcile sîrmă-electrod folosite ca material de adaos la sudarea sub flux. Acestea sînt standardizate prin STAS 1126, din care sînt date în tabelul 9.7. cîteva mărci uzuale.

Se va remarca un conținut mic de carbon și de regulă ceva mai mare de Mn. Proprietățile mecanice superioare ale cusăturii se obțin de regulă prin aliere, fără creșterea conținutului de carbon. Se limitează conținutul de S și P, care constituie impurități.

Tabelul 9.7.

Marca sîrmei	Compoziția chimică (%)							
	C	Mn	Si max.	Cr	Ni	Mo	P max.	S max.
S1o	max. o,12	o,4o	o,o3	max. o,2o	max. o,3o	-	o,o3	o,o3
S1oMn1	max. o,1o	o,8o-1,2o	o,1o	max. o,2o	max. o,3o	-	o,o3	o,o3
S1oMn2	max. o,12	1,8o-2,2o	o,15	max. o,2o	max.	-	o.o3	o,o3
S1oMn1Ni1	max. o,1o	o,8o-1,2o	o,15	max. o,2o	o,9o-1,2o	-	o,o3	o,o3
S1oMo	max. o,1o	o,4o-o,6o	o,15	max. o,8o	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S1oMn1Mo	max. o,1o	o,8o-1,2o	o,15	max. o,2o	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S1oMn1MoCr1	max. o,1o	o,8o-1,2o	o,35	o,8o-1,2o	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S12Mn1Mo	max. o,12	1,8o-2,2o	o,15	max. o,2o	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S12MoCr1	max. o,12	o,4o-o,8o	o,3o	o,8o-1,2o	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S32Mo6Cr6	o,24-o,32	o,4o-o,8o	o,35	5,5o-6,5o	max. o,25	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S8oCr	o,7o-o,8o	o,5o-o,9o	o,4o	o,7o-1,o	max. o,25	- -	o,o3 o,o3	o,o3 o,o3
S55Mo6Cr6	o,45-o,55	o,4o-o,8o	o,35	5,5o-6,5o	max. o,25	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S12Cr26Ni2o	max. o,12	1,5o-2,o	o,8o	25,o-27,o	19,o-21,o	-	o,o25	o,o25
S12Cr19Ni9	max. o,12	max. 2,o	o,8o	17,o-19,o	8,o-1o,o	-	o,o3	o,25
S12MoCr17	max. o,12	max. o,9o	15,o-18,o	15,o-18,o	max. o,6o	o,9o-1,1o	o,o3	o,o2
S14Cr25Ni2o	max. o,14	max. 2,o	2,o	23,o-27,o	18,o-25,o	-	o,o4	o,o3

Se va remarca și faptul că în simbolul sîrmelor-electrod cifrele referitoare la elementele de aliere reprezintă procente medii ale acestora, iar cifrele ce urmează după simbolul general S (imediat)

valoarea maximă
reprezintă ✓ a conţinutului de carbon, în sutimi de procent !

Fluxurile folosite la sudarea automată cu arc electric au rolul de a proteja arcul faţă de acţiunea oxidantă a atmosferei, de a ioniza spaţiul în care arde arcul, de a asigura dezoxidanţii băii de metal topit şi a ridica impurităţile deasupra acesteia, în zgură, ca şi de a proteja sudorul împotriva formării stropilor şi iradierii cu radiaţiile ultraviolete, apărute în arc.

Ele se obţin cel mai des ca:

- fluxuri topite (prin topirea componentelor şi granularea amestecurilor solide obţinute); au culoare brună, cu aspect sticlos;

- fluxuri ceramice (prin amestecarea în soluţii apoase a componenţilor, uscare şi măcinare). Au culoare cenuşie, mată.

Primele au o durabilitate mai mare şi se fabrică în producţia de masă; ultimele, fiind sensibile la umezeală şi depozitare îndelungată (se prăfuiesc şi îşi pierd permeabilitatea la gaze) se fabrică în cantităţi mai mici, de regulă la comandă; pot înglobă şi elemente de aliere, pentru compensarea compoziţiei sîrmei-electrod, astfel încît compoziţia sudurii să asigure toate proprietăţile superioare faţă de cele ale metalului de bază.

Studenţii vor reţine tipul substanţelor conţinute în fluxuri, din tabelul 9.8:

Fluxuri topite :

Nr. crt.	Marca fluxului	Compoziţia chimică a fluxului (%) SiO_2	MnO	CaO	MgO	Al_2O_3	TiO_2	CaF_2	FeO	S	P	R_m (daN/mm²)
1.	FB1O	35-39	8-11	17-21	7-13	16-21	1-2	4-6	max. 1,5	max. o,o7	max. o,o7	47o
2.	FB2o	23-26	18-22	11-14	3-5	2o-22	3-6	1o-14	2,o	o,1o	o,1o	47o
3.	FSM 37	41-44	35-39	4-8	2-4	max. 4	1-2	2-4	2,o	o,15	o,1o	43o
4.	FSM2o	43-46,5	18-22	17-21	6-9	max. 3	-	5-6,5	1,2	o,1o	o,1o	43o
5.	FSM37B	41-44	35-39	4-8	2-4	max. 4	1-2	3,5-5,5	2,o	o,1o	o,1o	43o

Fluxuri ceramice :

Nr. ort	Marca fluxului	Compoziţia chimică a fluxului (%) Marmură	Fluorină	Feldspat	Al_2O_3	FeMn	FeTi	FeCr	Alte elemente
1.	FB2	11	11	38	3o	1o	-	-	-
2.	FC1	11	11	31	21	8	2	-	-
3.	FF2	9,5	9,5	28	28	-	-	22	grafit 2 %

4.3. Stabilirea parametrilor regimului de sudare

La indicaţia cadrelor didactice, studenţii vor stabili individual sau în grupuri mici, parametrii regimului pentru sudarea unor materiale de o anumită marcă şi grosime s.

Se va proceda astfel :

a. Se stabileşte cuplul sîrmă -flux din tabelul 9.9 , care dă recomandări astfel încît compoziţia chimică a sîrmei să fie apropiată de cea a metalului de bază şi caracteristicile mecanice ale cusăturii să rezulte mai bune cu 1o-15 % faţă de cele ale metalului de bază. Tabelul 9.9 .

Alegerea cuplului sîrmă-flux

Marca sîrmei	Calitatea oţelului sudat	Marca fluxului recomandat	Condiţii de folosire recomandate
S1o	OL37;OL42;K 41; K 47;	FSM37; FSM2o	Cusături dintr-unul sau mai multe straturi
S1oMn1	OL37;OL42; K41; K47;OLC25;OLT35;OLT45; oţeluri cu 38... ..48 daN/mm² (σ_r)	FSM37; FSM 2o	Sudare din mai multe straturi
S12Mn2	OL37;OL42;K41; K52; şi alte oţeluri aliate cu Mn care lucrează la -4o -oţeluri cu 45-55 (σ_r) daN/mm2 cu granulaţie fină	FSM37;FSM2o	Se admite şi pentru oţeluri şi cusături ce lucrează la-7o° cu condiţia normalizării cusăturii.Sudare din mai multe straturi
S1OMo	-oţeluri cu 3o-38 daN/mm² aliate cu Mn şi Si care lucrează la-7o°; -oţeluri aliate pentru ţevi; -oţeluri cu 5o-7o (σ_r) daN/mm²	FB1o; FB2o	Fără normalizarea cusăturii
S12Cr26 Ni2o S12Cr19 Ni9	-oţeluri înalt aliate loNiCr18o loTiNiCr18o	fluxuri ceramice	Sudare şi încărcare, dacă se cere rezistenţă la coroziune

b. Se admite o valoare acceptabilă a energiei liniare, E_l astfel:

E_1 = 3...4 .10^6 J/m - pentru oţel carbon cu conţinut scăzut de carbon.

= 2...3.10^6 J/m - pentru oţel slab aliat (vezi capitolul 1)

= 1.5 ....2.10^5 J/m – pentru oţeluri sensibile la fisurare, cu mult carbon sau înalt aliate, cu elemente ce produc carburi dure).

c. Se stabileşte sursa de curent de sudare disponibilă şi curentul nominal al acestuia (la care poate lucra intens, fără supraîncălzire) la circa 70-80% din curentul nominal maxim (ce intră de regulă în denumirea sursei; de exemplu RSA -1000).

d. Se stabileşte înălţimea h a unui strat al suduri şi diametrul d_e al sîrmei electrod cu ajutorul tabelului 9.11. Se ţine cont că sudura va avea o supraînălţare h_1 şi un strat de rădăcină, mai subţire, şi că straturile sînt întrepătrunse pe 1...3 mm; de asemenea, că numărul straturilor n va trebui să fie un număr natural:

$$n \in \mathbb{N}.$$

Rezultă deci că,

$$s + h_1 = n \cdot h - (n - 1).(1...3) \quad (9.12.)$$

şi că

$$h = \frac{s + h_1 + (n-1)(1...3)}{n} \quad (9.13.)$$

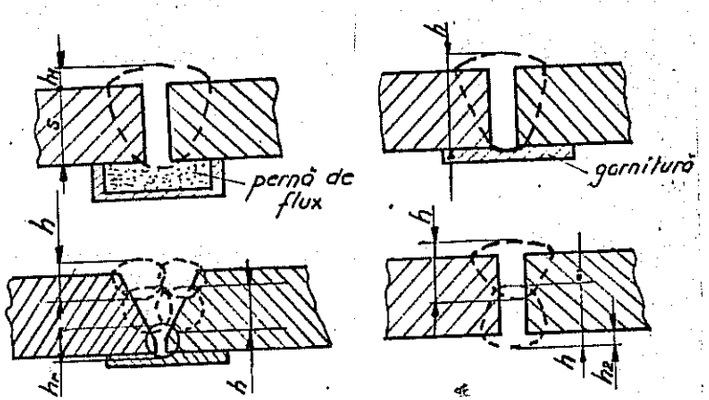


Fig.9.32.

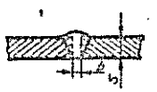
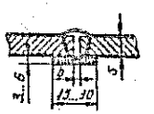
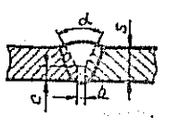
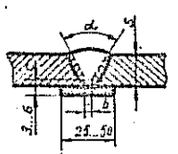
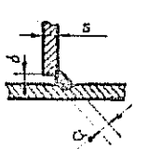
In tabelul 9.10 şi în fig.9.32 sînt date cîteva variante de îmbinări sudate sub flux. Se alege supraînălţarea h_1=1-5 mm, cu atît mai mare cu cît grosimea tablei s este mai mare şi cu cît lăţimea rostului este mai mare. Alegînd prin încercări numărul n, va rezulta valoarea h şi în consecinţă şi valoarea d_e.

e) Se stabileşte valoarea curentului de sudare I_s, adaptînd densităţi de curent i_s prin sîrma electrod cu valori i_s = 50...80A/mm^2.

Valorile minime, sau chiar ceva mai mici sînt folosite mai ales la grosimi d_e mari ale sîrmei electrod sau în cazul cînd

Tabelul 9.10.

EXEMPLE DE ÎMBINĂRI SUDATE SUB STRAT DE FLUX

Nr. crt.	Denumirea sudurii	Schiţa îmbinării sudate	Dimensiunile rostului (mm) s	α°	b	c	Observaţii
1.	SUDURA IN I		peste 4 pînă la 6	–	0-2	–	Sudarea se execută pe pernă de flux sau pe suport flux, cupru.
2.			peste 6 pînă la 10	–	1-3	–	
3.			2-6	–	1-2,5	–	Sudarea se execută pe suport flux, cupru
4.			peste 6 pînă la 10	–	2-3	–	
5.			peste 4 pînă la 6	–	1-3	–	Sudarea se execută pe suport de oţel.
6.			peste 6 pînă la 8	–	2-4	–	
7.			peste 8 pînă la 10	–	2-5	–	
8.	SUDURA IN Y		8 - 12	30-50	2-4	2-4	Sudarea se execută pe suport de cupru sau pe pernă de flux.
9.			peste 12 pînă la 20	30-50	3-5	3-5	
10.			peste 20 pînă la 30	30-50	4-6	4-8	
11.	SUDURA IN V		4-12	25-35	1-5	0-2	Sudarea se execută pe suport de oţel.
12.			peste 12 pînă la 20	25-35	2-7	0-2	
13.			peste 20 pînă la 30	25-35	4-10	0-2	
14.			peste 30 pînă la 50	25-35	6-10	0-2	
15.	SUDURA IN L		3-5	–	0-1	–	Se admite sudarea pe o parte şi pe ambele părţi continuă sau discontinuă.
16.			peste 5 pînă la 10	–	0-1,5	–	
17.			peste 10	–	0-2	–	

este necesar ca o lungime mai mare a sîrmei să fie parcursă de curent; valorile mai mari sînt utilizate la regimurile de sudare mai dure, cu sîrme de grosime medie.

Rezultă:

$$I_s = i_s \cdot \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \quad [A] \qquad (9.14.)$$

Valoarea I_s se poate alege orientativ și din tabelul 9.11.

Corelația $h-d_e-I_s-U_a$: Tabelul 9.11.

h (mm)	d_e (mm)	I_s (A)	U_a (V)
2 - 3	2 - 2,5	13o - 4oo	32 - 34
3 - 6	2,5 - 3,25	4oo - 6oo	34 - 37
5 - 1o	3,25 - 4	5oo - 9oo	36 - 4o
6 - 14	4 - 5	6oo - 12oo	38 - 44
1o - 2o	5 - 6	8oo - 16oo	4o - 46

f) Se stabilește tensiunea arcului U_a recomandată în tabelul 9.11.

g) Se stabilește viteza de sudare v_s, din relația (9.1.) rezultînd

$$v_s = \frac{U_s \cdot I_s \cdot \eta}{E_l} \quad (m/s) \qquad (9.15.)$$

în care se va considera randamentul trecerii căldurii arcului în piese η = o,9...o,95.

Se va calcula v_s în: [m/s], [om/min], [m/oră].

La stabilirea parametrilor regimului de sudare se va avea în vedere că:

- Creșterea E_l implică valori mari ale consumurilor energetice;
- Cu cît E_l este mai mare, în piese apar ulterior deformații mai mari;
- Cu cît I_s este mai mare, pătrunderea și deci grosimea unui strat crește;
- Cu cît U_a este mai mare, lățimea cusăturii crește iar pătrunderea scade (mai lent);
- Cu cît numărul de rînduri și respectiv straturi ale sudurii crește, productivitatea scade, dar scad și deformațiile termice ulterioare;
- Cu cît v_s crește, lățimea și pătrunderea scad.

Tabelul 9.12.

Regimurile de sudare a tablelor cu grosime de 2 - 8 mm

s (mm)	Distanța între table (mm)	d_e (mm)	Curentul de sudare (A)	Tensiunea arcului (V)	Viteza de avans a sîrmei (m/h)	Viteza de sudare (m/h)	Tipul curentului
5	o - 2	2	42o-55o	32-34	275	35	cont.
		4	575-625	28-3o	87	45	alter.
6	o-2,5	2	475	32-34	3oo	3o	cont.
		4	6oo-65o	28-32	95	4o	alter.
7	o-2,5	4	65o-7oo	32-34	115	36	alter.
8	o-3	4	725-775	34-36	126	35	alter.

Tabelul 9.13.

Regimurile de sudare folosite la sudarea pe o parte a tablelor cu grosimea de 1o-2o mm

Grosimea tablei (mm)	Distanța între table (mm)	Diametrul sîrmei (mm)	Curentul de sudare (A)	Viteza sîrmei (m/h)	Viteza de sudare (m/h)	Tensiunea arcului (V) c.a.	Tensiunea arcului (V) c.c. polaritate directă	Granulația fluxului (medie)
1o	2	5	7oo-75o	62	28	34-36	32-34	(2...3 mm)
12	2	5	75o-8oo	72	26	36-38	34-37	
14	3	5	85o-9oo	78	24	38-4o	34-36	
16	3	5	9oo-95o	84	2o	4o-42	36-38	
18	4	5	95o-1ooo	92	18	42-44	38-4o	
2o	4	5	95o-1ooo	92	15	42-44	38-4o	

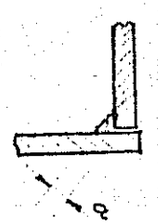
NOTA:
Rosturile tablelor cu grosimi mai mari de 8 mm sînt de tip Y (la sudarea de pe o parte).

Tabelul 9.14.

Regimuri folosite la sudarea cusăturilor de colţ

poziţia orizontală

Grosimea suduri-i a (mm)	Diametrul sîrmei (mm)	Viteza sîrmei (m/h)	Curentul (A)	Tensiunea arcului (V)	Viteza de sudare (m/h)	Felul curentului	Granulaţia fluxului (mm)
4,2	2	35o	45o	34-36	3o	cont.	1,5
5,6	2	365	5oo	34-36	25	cont.	1,5
	3	141	575	34-36	28		1,5
	4	82	6oo	34-36	3o		1,5
	5	59	7oo	32-34	32		1,5
7	2	365	5oo	34-36	2o	cont.	1,5
	3	165	625	34÷36	23		1,5
	4	9o	675	34-36	23		1,5
	5	65	75o	32-34	25		1,5
8,4	2	365	5oo	34-36	14	cont.	1,5
	3	165	625	36-38	15		1,5
	4	1o5	75o	34-36	18		1,5
	5	7o	8oo	34-36	2o		1,5



Notă

Există numeroşi alţi parametri, fiecare avînd importanţă variabilă în cazuri particulare. Dintre aceştia amintim: înclinarea sîrmei-electrod faţă de verticală; granulaţia fluxului, tipul protecţiei rădăcinii sudurii (vezi fig.9.32.), lungimea liberă a sîrmei, poziţia arcului faţă de tractor, sensul de deplasare al tractorului. Aceste elemente, ca şi altele, se studiază la disciplinele de specialitate.

4.4. Experiment de sudare automată sub flux

Studenţii vor participa la un experiment în care se va executa o încărcare (o depunere a unui cordon) prin topire cu arc electric sub flux. Se va depune metalul topit din 1 - 2 m de sîrmă-electrod, măsurată de studenţi şi marcată în prealabil, la lungimea aleasă.

Studenţii vor măsura în prealabil grosimea tablei şi li se va comunica marca materialului acesteia, marca sîrmei-electrod, tipul şi marca fluxului. Se va aprecia granulaţia fluxului în mm.

Se va măsura diametrul sîrmei-electrod d_e, apoi studenţii îşi vor distribui sarcinile de rezolvat în timpul sudării: o persoană va regla (NUMAI ASISTATA de TEHNICIAN) parametrii stabiliţi anticipat pentru o anumită grosime h a stratului depus, o alta va poziţiona sîrma în contact cu tabla şi fluxul în jurul capătului sîrmei- în inelul colector, o alta va urmări valoarea medie I_a, o alta valoarea medie U_a, iar alta va cronometra timpul de sudare t_a.

La indicaţia cadrelor didactice se va repeta sudarea, cu alţi parametri.

După răcirea zgurii, aceasta se va îndepărta prin ciocănire (ATENTIE LA OCHI ! A SE PURTA OCHELARI DE PROTECTIE !) şi se vor măsura: lungimea L, lăţimea B şi supraînălţarea h_1 ale fiecărui rînd depus (vezi fig.9.3.).

Parametrii constataţi experimental (măsuraţi) se vor comunica întregii subgrupe ce efectuează lucrarea şi vor fi notaţi de toţi studenţii respectivi, urmînd a fi folosiţi la calculele ce urmează.

Pentru valorile d_e şi I_s cu care s-a lucrat, se va considera înălţimea stratului h ca valoarea medie corespunzătoare rezultată din tabelul 9.11 şi se va calcula:

- pătrunderea: $p = h - h_1$ mm (9.16.)
- coeficientul de formă al sudurii:

$$\varphi_f = \frac{b}{h} \qquad (17)$$

Se va face schița cotată a suduril (depunerii) realizate.

Se va mai calcula:

- energia lineară E_l, cu relația (9.1.).
- viteza de sudare medie efectivă:

$$v_s = \frac{L}{t_s} \left[\frac{m}{s}\right]\left[\frac{cm}{min}\right] \quad , \quad \left[\frac{m}{oră}\right] \qquad (9.18.)$$

- coeficientul de depunere

$$\alpha_d = \frac{m}{I_s \cdot t_s} \qquad \left[\frac{g}{A \cdot oră}\right] \qquad (9.19.)$$

în care

$$m = \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} \cdot L_e \cdot \gamma \qquad [g] \qquad (9.20.)$$

iar $\gamma = 7{,}85 \times 10^{-3}$ g/mm^3 reprezintă densitatea oțelului.

- viteza de avans a sîrmei-electrod.

$$v_a = \frac{L_e}{t_a} \qquad \left[\frac{m}{oră}\right] \qquad (9.21.)$$

unde L_e reprezintă lungimea sîrmei-electrod topite.

- densitatea de curent i_s utilizată la experiment

(scoțînd i_s din relația 9.14.)

ATENȚIE LA UNITĂȚILE DE MĂSURĂ !

4.5. Comentarea rezultatelor și concluzii

Se vor compara parametrii stabiliți anticipat, cu cei măsurați efectiv și cu cei cuprinși în tabele 9.12. - 9.14.

Se vor comenta: calitatea și productivitatea metodei de sudare, limitele și domeniul de aplicare, eventualele defecte constatate, eventualele complicații ce pot apărea la sudare în diverse cazuri.

Se vor da exemple de piese la care se poate aplica procedeul sudării sub flux.

5. LUCRAREA NR.13 SUDAREA CU ARC ELECTRIC ÎN MEDIU DE CO_2

5.1. Utilaje de studiat

Se vor identifica și studia elementele componente ale instalației de sudare tip ESAB A9/PP/275, prezentată în fig.9.33, schițată anticipat.

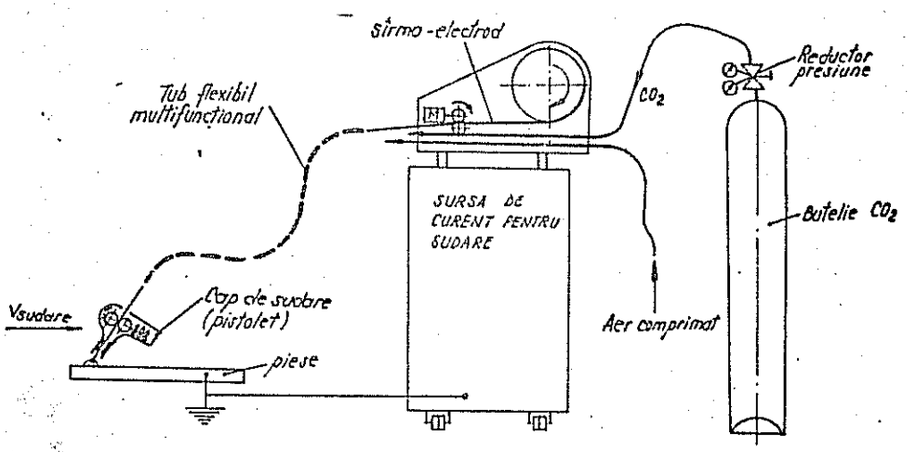


Fig.9.33

Sursa de curent de sudare este un transformator cuplat cu un redresor. Reglarea parametrilor se face de la un tablou prezentat în fig.9.34, respectîndu-se caracteristicile prezentate în fig.9.35

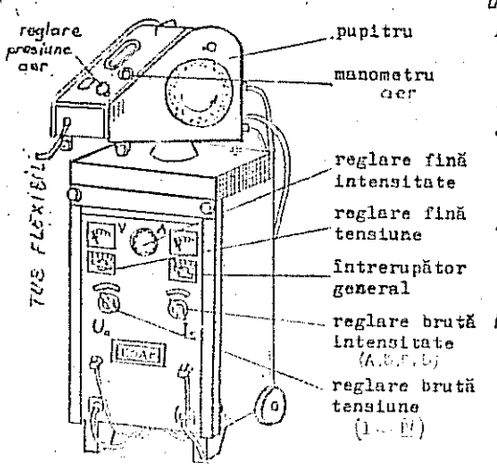


Fig. 9.34

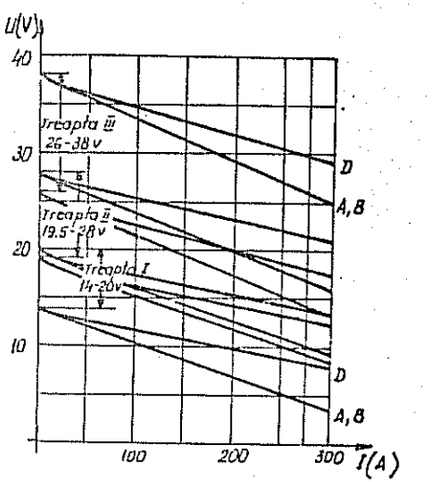


Fig. 9.35

Tabelul 9.15

SÎRME PLINE PENTRU SUDARE ÎN MEDII DE GAZE PROTECTOARE

Nr. crt.	Marca	COMPOZIȚIA CHIMICĂ A SÎRMEI %									Nr. crt.	INDICAȚII DE UTILIZARE
		C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P max.	S max.	Alte elem.		
1.	S12Mn2Si	max. 0,12	1,80 2,20	0,65 0,90	max. 0,20	max. 0,30	—	0,03	0,03	Al-max 0,05	1.	Sudarea în mediu de gaz protector a oțelurilor carbon și slab aliate cu Mn. Gazul de protecție recomandat CO_2.
2.	S12Mn1,4Si	max 0,12	1,30 1,60	0,60 0,90	max. 0,20	max. 0,30	—	0,03	0,03	—	2.	Idem ca la poz. 1 dar pentru structuri la care se cere ductilitate mai ridicată, asigură rezilienta până la -40°C inclusiv. OL52.
3.	S12MnNiSiNiTi	max 0,12	1,40 1,70	0,60 0,90	max. 0,15	0,90 1,20	—	0,03	0,02	Ti+ max. 0,15	3.	Idem ca la poz. 1. Asigură rezilienta până la -50°C cu condiția respectării purității și umidității CO_2 și a unei tehnologii adecvate.
4.	S10Mn1Si1Mo0,1	max 0,10	1,10 1,50	0,45 0,70	0,80 1,20	max. 0,30	0,40 0,60	0,03	0,03	—	4.	Sudarea în mediu de gaz protector a oțelurilor slab aliate termorezistente cu rezistență ridicată. Gazul de protecție recomandat CO_2+Ar sau Ar.
5.	S12SiMoCr1	max. 0,12	0,40 0,80	0,40 0,70	0,80 1,20	max. 0,30	0,40 0,60	0,03	0,03	—	5.	Sudarea în mediu de gaz protector a oțelurilor slab aliate cu Cr, Mo termorezistente. Gazul de protecție recomandat CO_2, Ar și amestecuri gazoase.
6.	S40CrMn1Si1	0,30 0,40	0,80 1,20	0,90 1,20	0,80 1,20	max. 0,25	—	0,03	0,035	—	6.	Sudarea în mediu de gaz protector a oțelurilor aliate pentru tratament, solicitate la torsiune. Gazul de protecție recomandat CO_2, Ar, amestec de gaze.
7.	S22MoCr	0,15 0,22	0,40 0,70	0,12 0,35	0,80 1,10	max. 0,30	0,15 0,30	0,03	0,30	—	7.	Sudarea în mediu de gaz protector a oțelurilor cu rezistență ridicată. Gazul de protecție recomandat CO_2 + Ar sau Ar.

Tabelul 9.16

FORMA ROSTULUI PENTRU SUDAREA ÎN CO_2

Poz.	Denumirea îmbinării	Simbolul îmbinării	Forma rostului	Forma îmbinării	Grosimea de sudat mm	Dimensiunile rostului a, β grade	b	c	h, r	Observații
1	Sudură în I	I			1 2 3 5 6 8	-	0 1 1 1,5 2 3	-	-	Sudură din ambele părți
2	Sudură în V	V			5 20	60	0 2	1 3	-	Sudură de completare executată manual cu sîrmă tubulară în CO_2
		X			10 30	40 60	0 1	1 3	-	
3	Sudură în ½ V	V			8 40	40	0 3	0 2	-	Sudura de completare se execută manual cu sîrmă tubulară în CO_2
		Y			8 40	40	0 3	4 6	-	
4	Sudură în Y	Y			5 20	40	0 2	1 3		Sudura de completare se execută mecanizat cu sîrmă tubulară în CO_2
5	Sudură în K	K			12 40	40 50	0 3	1 3	-	—
6	Sudură în X	X			15 40	30 50	1 3	4 6		—
7	Sudură în U	Y			peste 20	40 50	0 2	2 5	4 5	—
		U			peste 20	40 50	0 2,5	2 5	4 5	—
		U			12 20	20 35	0 2	4 6	4 5	Sudura de completare se execută manual sau semiautomat în CO_2

Sîrma electrod se desfăşoară de pe un tambur, fiind condusă prin zona axială a tubului flexibil, la capul de sudare, unde intră în circuitul electric de sudare, prin intermediul bucşei de contact.

Construcţia tubului flexibil este dată în fig.9.36 iar cea a bucşei de contact în fig.9.37

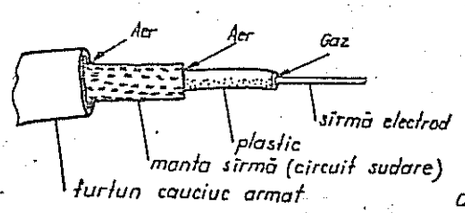


Fig.9.36

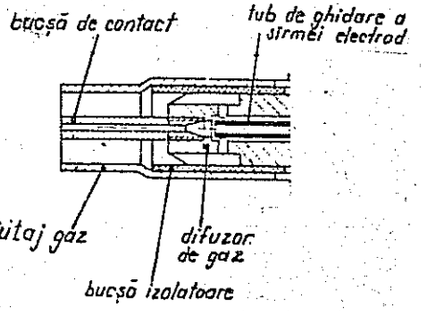


Fig.9.37

Se va remarca sistemul de tragere-împingere a sîrmei prin centrul tubului flexibil (v.fig.9.33): la intrarea în tub ea este împinsă de rolele acţionate de motorul electric M, iar la ieşire este trasă cu rolele din capul de sudare, acţionat de un motor cu aer comprimat prevăzut cu palete. După rotirea acestor palete aerul măceşte totodată şi capul de sudare, ce tinde să se încălzească la trecerea curentului din bucşa de contact în sîrmă şi arcul electric.

Arcul electric este protejat permanent de gazul protector activ ce iese prin ajutajul exterior, în jurul bucşei de contact (fig.9.37 şi 9.16).

Procedeul se aplică la sudarea oţelurilor carbon şi slab aliate conţinînd puţin carbon şi puţin crom.

Ca material de adaos se folosesc sîrme subţiri de oţel cu compoziţie şi proprietăţi corespunzătoare.

5.2. Stabilirea parametrilor regimului de sudare

Studenţii vor stabili individual sau în grupuri mici, parametrii regimului de sudare, astfel:

a) Alegerea sîrmei-electrod

Diametrul sîrmei se alege dintre valorile standardizate: 0,8 - 1 - 1,2 - 1,6 - 2 - 2,4 mm cu atît mai mare, cu cît grosimea pieselor de sudat creşte.

La suduri de poziţie se aleg obligatoriu sîrme cu diametrul de max. 1,2 mm, pentru formarea unui băi de metal lichid cît mai

Tabelul 9.17.

b) EXEMPLE DE REGIMURI LA SUDAREA ÎN CO_2 A TABLELOR VERTICALE

Grosime table mm	Tipul îmbinării	Număr de treceri	Diam. sîrmei mm	Viteza sîrmei m/min	Intensit. curentului A	Tensiune curent V
1	I	1 VD	0,8	2,3	50	18
2	I	1 VD	0,8	3,1	70	19
3	I	1 VD	1,0	4,3	130	20
4	I	1 VD	1,0	4,3	130	20
6	V 60° 1,5-2	2 VD	1,2	3,4	150	20
8	V 60° 1,5-2	2 VD	1,2	3,4	150	20
10	V 60° 1,5-2	2 [1 VD / 1 VU]	1,2	3,4	150	20
12	V 60° 1,5-2	3 [1 VD / 2 VU]	1,2	3,4	150	20
15	V 60° 1,5-2	4 VU	1,2	3,4	150	20
15	V 60° 1,5-2	4 [1 VD / 3 VU]	1,2	3,4	150	20
20	V 60° 1,5-2	4 VU	1,2	3,4	150	20
25	V 60° 1,5-2	6 VU	1,2	3,4	150	20
	vu-vertical urcător vd-vertical coborîtor					

a) EXEMPLE DE REGIMURI LA SUDAREA ÎN CO_2 A TABLELOR ORIZONTALE

Grosime table mm	Tipul îmbinării	Nr. de treceri	Diam. sîrmei mm	Viteza de avans a sîrmei m/min	Intensit. curentului A	Tensiune curent V
1	I	1	0,8	2,3	50	18
2	I	1	0,8	3,1	70	19
3	I	1	1,0	3,0	100	19
4	I 1,5-2	1	1,0	4,3	130	20
6	V 60° 1,5-2	2	1,2	3,4	150	21
6	V 60° 1,5-2	2	1,2	3,4	150	21
8	V 60° 1,5-2	2	1,2	3,7	150	22
8	V 60° 1,5-2	2	1,2	3,4	150	21
10	V 60° 1,5-2	2	1,2	5,3	200	24
10	V 60° 1,5-2	3	1,2	3,4	150	21
12	V 60° 1,5-2	2	1,2	7,6	250	26
12	V 60° 1,5-2	3 1/2	1,2 1,2	3,4 7,6	150 250	21 26
15	V 60° 1,5-2	2	1,6	6,2	350	31
15	V 60° 1,5-2	4 [1/3]	1,2 1,6	3,4 6,2	150 350	21 31
20	V 60° 1,5-2	4	1,6	6,2	350	31
20	V 60° 1,5-2	5 [1/2]	1,2 1,6 1,6	3,4 5,4 7,7	150 320 400	21 28 33
25	V 60° 1,5-2	4	1,6	7,7	400	33

mici (care să nu se scurgă).

Compoziţia şi respectiv marca se alege în funcţie de indicaţiile producătorului, astfel încît să se asigure proprietăţi ale cusăturii, superioare celor ale metalului de bază.

Notă: Se preferă sîrme cu d_e mici, din motive de stabilitate a lungimii arcului electric! Sîrmele groase se evită!

In tabelul 9.15 se dau unele indicaţii pentru alegerea sîrmei electrod.

b) Forma rostului şi numărul de rînduri ale sudurii

Pentru sudarea în CO_2 a tablelor de oţel carbon şi slab aliat se recomandă utilizarea rosturilor prezentate în tabelul 9.16. In tab. 9.17 se indică orientativ: numărul de rînduri sau straturi sudate, diametrul sîrmei-electrod, intensitatea curentului de sudare, tensiunea arcului şi viteza de avans a sîrmei-electrod pentru fiecare rînd depus în cusătură (vezi şi fig.9.3).

c) Intensitatea curentului de sudare I_s şi tensiunea arcului U_a; polaritatea.

La sudarea în mediu de gaze protectoare se foloseşte zona a III-a (urcătoare) a caracteristicii statice a arcului electric (v.fig.9.1o).

In funcţie de grosimea sîrmei-electrod (aleasă pentru grosimea dată a pieselor de sudat) se folosesc practic diagrame ca cele din fig.9.38, ce conduc uzual la valori I_1=1oo...4oo A.

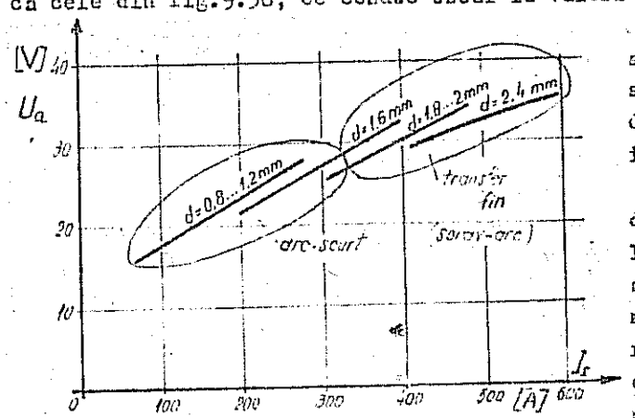


Fig.9.38

Aceste valori ale curentului de sudare conduc la densităţi de curent i_s=1oo...25o A/mm^2.

Tensiunea de sudare are uzual valori de 2o-3o V; ea se alege cu atît mai mare cu cît dorim ca lăţimea cusăturii să fie mai mare.

Creşterea tensiunii poate circa 3o V (şi corespunzător a intensităţii) conduce la sudarea cu un transfer de picături (foarte

fine) de metal al sîrmei spre cusătură (sistemul de lucru "spray-arc"). La valori mici ale tensiunii medii din arc există numeroase întreruperi şi reaprinderi periodice ale arcului (prin scurt-circuit între sîrmă şi piese) conducînd la un zgomot caracteristic acestui sistem, denumit arc-scurt. Ca urmare a depunerii unor picături relativ mari de metal, supraînălţarea h_1 a cusăturii este mai mare.

La creşterea excesivă a curentului şi tensiunii de sudare metalul topit tinde să se supraîncălzească şi caracteristicile mecanice ale cusăturii rezultă mai scăzute,

Ca şi la sudarea sub flux sau la cea cu electroni înveliţi, creşterea curentului determină o creştere evidentă a pătrunderii

Tensiunea arcului poate fi continuă sau alternativă; cea continuă poate fi aplicată cu polaritate directă sau inversă (+ la piesă sau invers) cu implicaţii asupra mărimii pătrunderii, supraînălţării şi stabilităţii lungimii arcului electric.

d) Viteza de avans a sîrmei v_{e1}

In vederea menţinerii lungimii constante a arcului, viteza de avans a sîrmei trebuie să fie egală cu viteza de topire a capătului acesteia datorită căldurii din arcul electric, stabilindu-se în limitele a 2...12m/min.

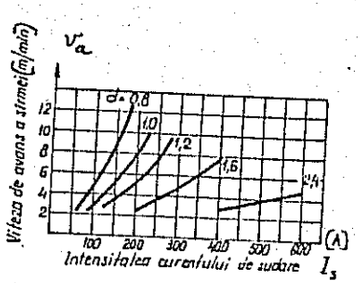


Fig.9.39

Ea trebuie să fie deci corelată în primul rînd cu I_s.

In consecinţă v_a se alege din diagrame de tipul celor din fig.9.39

e. Debitul de gaze se alege între 5-2o l/min., crescînd proporţional cu intensitatea I_s, în funcţie de particularităţile instalaţiei de sudare folosite. La debite mici există pericolul unei slabe protejări a arcului, iar la debite prea mari există pericolul creşterii vitezei jetului de gaz şi a antrenării aerului atmosferic în acesta.

Stabilirea debitului se face de regulă prin încercări de laborator, cu studierea structurii metalografice a sudurii, pentru depistarea eventualelor porozităţi în cusătură.

5.3. Experiment

Se va desfăşura un experiment folosind instalaţia A9/PP/275

ESAB prezentată anterior, pe care o vor studia în prealabil.

Studenţii îşi vor distribui între ei sarcinile concrete de realizat experimental.

Se va suda o probă, modificînd curentul de sudare în trepte de exemplu : (2oo A, 25o A, 3oo A) studenţii înregistrînd perechile de valori curent-tensiune, în vederea reprezentării grafice a caracteristicii externe a sursei.

Se va nota marca metalului de bază şi a sîrmei-electrod.

Se vor mai măsura şi nota: - presiunea aerului comprimat; [bari]

- grosimea metalului de bază şi a sîrmei-electrod; [mm]
- lungimea L_e a sîrmei rulate într-un interval t_s= 5 secunde;[mm]
- curentul de sudare, I_s; [A]
- tensiunea de sudare, U_a; [V]
- presiunea gazului de protecţie în butelie, p [bari]
- debitul de gaz (q) şi presiunea gazului la capul de sudare [ℓ/min],[bari]
- lungimea cordonului de sudură realizat L;[mm]
- timpul de sudare t_s cronometrat s ,[min].

In urma măsurătorilor şi înregistrărilor făcute,studenţii vor calcula:

- viteza de sudare v_s (cu relaţia 9.18);
- energia lineară (cu relaţia 9.1.);
- viteza de avans a sîrmei electrod (cu relaţia 9.21);
- densitatea de curent în sîrma-electrod (cu relaţia 9.5),
- puterea debitată de sursă cu relaţia: $P \cong 1,1 \cdot U_a I_s$ (9.22)

Se va reprezenta grafic caracteristica externă a sursei $I_s = f(U_a)$. Se vor stabili parametrii recomandaţi pentru sudarea materialului pe care s-a făcut experimentul.

5.4. Comentarea rezultatelor şi concluzii

Se vor compara parametrii rezultaţi experimental cu cei stabiliţi pe baza recomandărilor din îndrumar.

Se vor face observaţii cu privire la calitatea cusăturii realizate, la productivitatea procedeului şi la costul îmbinării, comparativ cu alte procedee studiate.

Se vor presupune cauzele care au condus la apariţia unor eventuale defecte de sudare vizibile şi se vor arăta metodele eficiente pentru depistarea defectelor interioare din cusătură şi ZIT.

6. LUCRAREA NR.14 - SUDAREA PRIN PROCEDEUL MIG

Procedeul MIG diferă în principiu fe procedeul MAG prin natura gazului, care de astă dată este inert, de cele mai multe ori - argonul.

Se utilizează de regulă la sudarea oţelurilor aliate ce conţin mai mult carbon şi elemente ce scad sudabilitatea, la sudarea oţelurilor înalt aliate şi inoxidabile, precum şi la sudarea Al şi Cu.

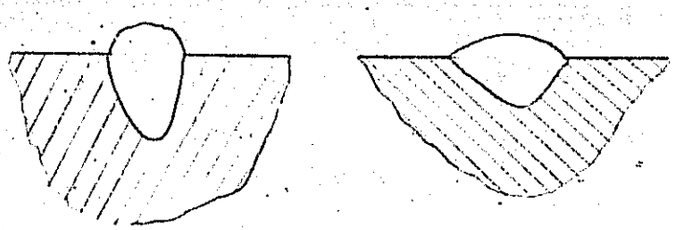
In toate aceste cazuri, gazul protector are rolul doar de a proteja fenomenele de încălzire-topire-transfer-solidificare a metalului ce formează cusătura, nefiind activ ci inert-adică fără activitatea chimico-metalurgică. Rezultă o pătrundere mai mică a sudurii, datorată pe de o parte lipsei de activitate a gazului, care nu mai activează procesele din arc şi din baie, iar pe de altă parte - conductivităţii ternice - sau uneori refractarităţii - mai mari, a multora din materialele ce se sudează în mod curent cu acest procedeu.

Pentru stimularea unor fenomene de afinare din baie, uneori (de exemplu la sudarea unor oţeluri inoxidabile) în gazul protector se introduce 2-5 % oxigen, sau CO_2.

Lucrarea se desfăşoară exact ca cea precedentă, cu excepţia gazului protector şi a valorilor parametrilor regimului de sudare.

In tabelul 9.18 se prezintă unele recomandări asupra regimurilor de sudare MIG a aluminiului şi oţelului inoxidabil.

In fig.9.4o se prezintă comparativ secţiunea transversală a două cordoane. Primul este sudat prin procedeul MAG iar al doilea este sudat prin procedeul MIG. Se constată că la procedeul MIG pătrunderea este mai mică iar coeficientul de formă este mai mare,(vezi relaţia 9.3).



M A G M I G

Fig. 9.4o

Tabelul 9.18

REGIMURI DE SUDARE MIG PENTRU OȚEL INOXIDABIL ȘI ALUMINIU.

Material	gros. mm	Tipul îmbinării	Rostul mm	Gazul protector 8-10 l/min	Poziția	Electrod ϕ mm	Regim I(A)	Regim U(V)	Reglare sursă Intensitate	Reglare sursă Tensiune
Oțel inoxidabil	2,0		— 1,0 1,0	CO_2	H	0,8 0,8 1,0 1,0	130 130 160 160	23 22 25 24	A - O	II.
	2,0 2,0 3,0 3,0 5,0 5,0		—	Ar 98%+ + O_2 2%	VU VC H VU VD H	0,8 0,8 1,0 1,0 1,0 1,2	130 130 160 150 150 190	21 22 24 22 23 25	A O B O D O	II
Aluminiu	2,0		— 1,0	Ar	H	0,8 0,8 1,0	100 100 120	22 20 20	A O	II
	3,0		1,0 0,5		H	0,8 1,0 1,2	100 160 150	20 24 23	A O A O D O	II
	5,0		— 1,0 1,5			1,2	200 200 180	28 22 23	D O A O D O	III II
	2,0				H VU VD	0,8	100	18-20	A O	I
	2,0				H VU VD	1,0	120	20-22	A O	II
	3,0				H VU VD	0,8	100	20-22	A O	II
	3,0		—		H VU VD	1,0	160	22-24	A O	II
	3,0				H VU VD	1,2	190 150 150	24 22 21	D O A O B O	II
	5,0				H VU VD	1,0	160 160 160	24 22 23	D O A O B O	II
	5,0				H VU VD	1,2	200 200 200	25 23 24	D O B O D O	II

OBSERVAȚII
H- orizontal
VU - vertical urcător
VD - vertical coborîtor

Pentru reglarea sursei ESAB A9/PP/275 - a se vedea fig. 9.34 - 9.35 și instalația existentă în laborator.

7. LUCRAREA NR.15 - SUDAREA PRIN PROCEDEUL MIG

7.1. Utilaje de studiat

7.1.1. Instalația de sudare ISA -300 (fig.9.41.) este destinată sudării în mediu de gaz protector, prin procedeele MAG-MIG și WIG, putînd fi folosită și la sudarea cu electrozi înveliți, în curent continuu sau alternativ.

Conține două transformatoare de sudare (din care unul este cuplat cu un redresor) și un oscilator ce permite vibrarea continuă cu o anumită frecvență a curentului ce străbate arcul, în vederea

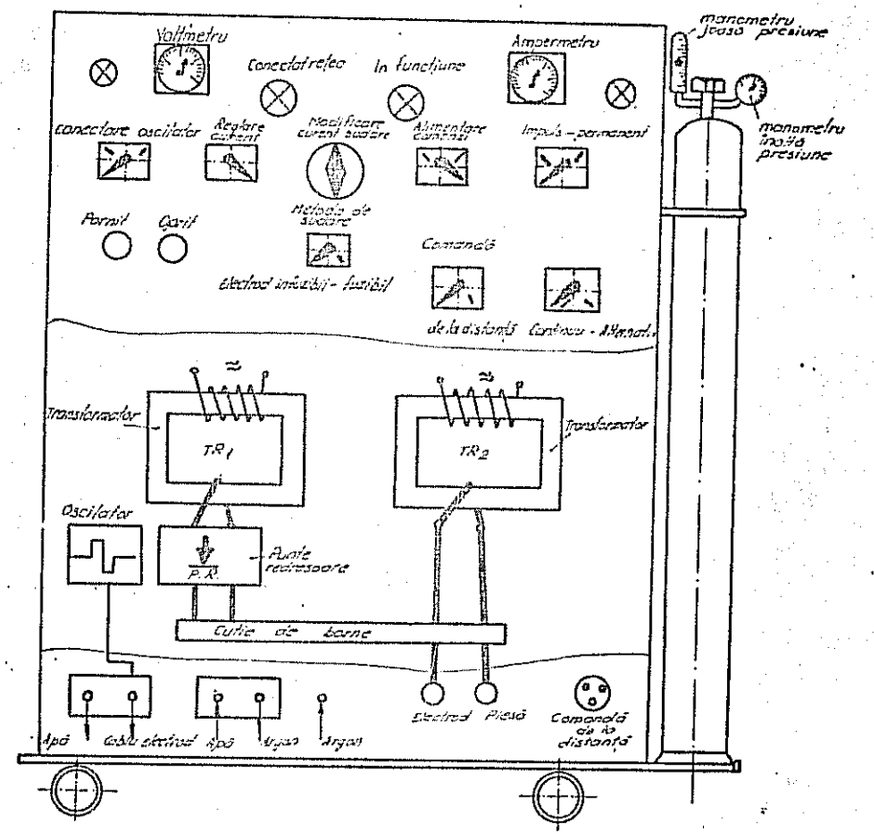


Fig.9.41. Instalația ISA-300

reglării transferului de metal din sîrma-electrod spre baia de sudare, permițînd și amorsarea arcului fără atingerea electrodului din W-Th

de piesă (în cazul procedeului WIG).

Instalaţia permite cuplarea la un cap de sudare MAG-MIG sau la un cap de sudare WIG, prezentat în figura 9.42 şi fig. 9.43, ca şi la tuburile flexibile de gaze protectoare şi apă de răcire.

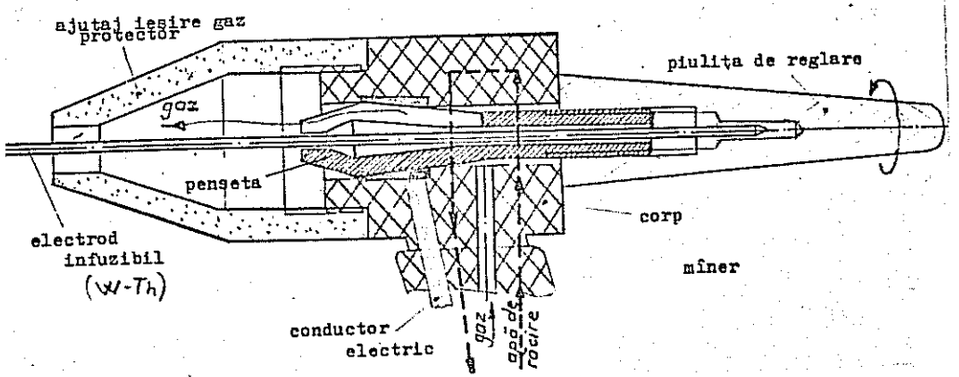


Fig. 9.42

Secţiune prin capul de sudare WIG

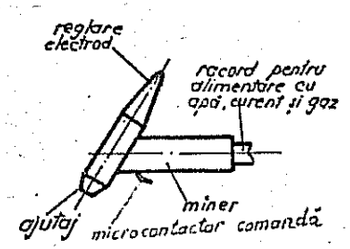


Fig. 9.43

Capul WIG- aspect general

Capul de sudare WIG are rolul amorsării arcului electric între piese şi electrodul de wolfram thoriat, prins în penseta elastică. Aceasta permite reglarea poziţiei axiale a electrodului şi strîngerea acestuia între fălcile penesetei. Penseta este prevăzută cu crestături prin care gazul protector trece spre ajutajul exterior, din jurul electrodului; la ieşirea din ajutaj gazul protejează arcul.

Penseta realizează şi contactul electrodului cu circuitul electric de sudare.

Capul de sudare WIG este răcit la interior cu un circuit de apă.

La apăsarea pe pîrghia microcontactorului de pe mînerul capului, după ce capătul liber al electrodului a fost adus în zona rostului, se amorsează arcul electric deschizîndu-se în acelaşi timp în mod automat circuitul de aducere a gazului de protecţie la

capul de sudare.

7.2. Modul de lucru

Se vor compara figurile 9.17; 9,42 şi 9.43, cu capul de sudare existent în laborator.

Se vor măsura: diametrul electrodului, diametrul interior al ajutajului de ieşire a gazului protector.

Se vor suda demonstrativ unele epruvete din materiale cu sudabilitate scăzută.

Se va nota polaritatea folosită la sudare.

În timpul experimentului se vor măsura:

- timpul de sudare t_s;
- curentul de sudare I_s;
- tensiunea arcului U_a;
- presiunea gazului în butelie ;
- presiunea şi debitul gazului la capul de sudare;
- se va calcula densitatea de curent prin electrod folosindu-se relaţia 9.5.
- Se va calcula energia liniară consumată la sudare, folosindu-se relaţiile 9.1. şi 9.18. Se vor folosi unităţile Sistemului Internaţional şi valoarea $\eta = 0{,}6$.

Se va realiza schiţa cotată a îmbinării sudate efectiv şi a altor îmbinări puse la dispoziţie, la indicaţia cadrelor didactice.

Se vor stabili prametrii regimurilor de sudare folodite la aceste îmbinări, cu ajutorul indicaţiilor din tabelele 9.19...9.21.

7.3. Comentarea rezultatelor

Se vor compara parametrii stabiliţi de studenţi cu cei măsuraţi efectiv.

Se vor face aprecieri personale asupra calităţii sudurilor, comparativ cu alte procedee studiate.

Se vor face observaţii privind: productivitatea şi costul aplicării procedeului WIG, comparativ cu alte procedee.

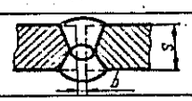
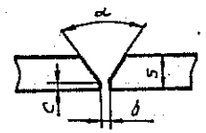
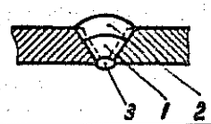
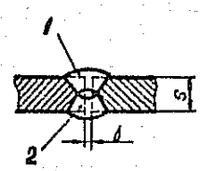
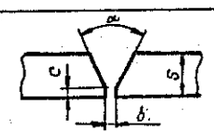
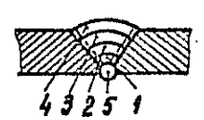
Se vor compara valorile densităţii de curent şi energiei liniare folosite la acest procedeu cu valorile acestora, utilizate la alte procedee, deducîndu-se implicaţii ale acestor valori asupra consumului energetic, productivităţii, tensiunilor interne şi deformaţiilor.

Tabelul 9.19

EXEMPLE de REGIMURI de SUDARE WIG

-pentru oțel inoxidabil-

(polaritate directă)

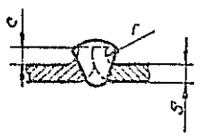
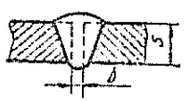
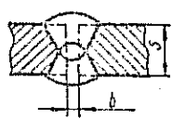
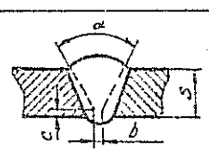
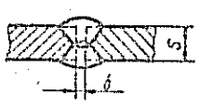
Nr. crt.	Tipul îmbinării și forma rostului	s mm	α °	b mm	c mm	r mm	de mm	Ajutaj ø mm	Debit gaz l/min	Nr. straturi	I_s A	U_a V	Observații
1.		1	–	0	1	1,5	1,5	9	5	1	80	21	fără metal de adaos
2.		1,5	–	0	1	2,5	1,5	9	5	1	100	22	
3.		1	–	0	–	–	1,5	9	5	1	70-75	20	
4.		1,5	–	0	–	–	1,5	9	5	1	90	21	
5.		2	–	0	–	–	2	9	6	1	110-112	21	
6.		2	–	0	–	–	2	9	6	1	100	21	
										2	100	21	
7.		8	60	2,5	2		4	13	9	1	180	24	Straturile 1 și 2 se realizează cu metal de adaos ø3,25; stratul 3 - fără metal de adaos.
										2	165	23	
										3	220	25	
8.		8	60	2,5	2		4	13	9	1	185	24	
										2	160	23	
										3	230	24	
9.		8	60	2,5	2		4	13	9	1	180	23	
										2	160	23	
										3	225	25	
10.		8	60	2,5	2		4	13	9	1	180	24	
										2	165	23	
										3	230	25	
11.		4	–	0,5	–	–	3	13	6	1	140	23	Cu, sau fără metal de adaos.
										2	135	23	
12.		4	–	0,5	–	–	3	13	6	1	140	23	
										2	140	23	
13.		4	–	0,5	–	–	3	13	6	1	140	23	
										2	140	23	
14.		12	–	0	–	–	5	13	9	1	300 max.	29	
										2	300 max.	27	
15.		16	60	1,5	1,5	–	4	13	10	1	210	26	Straturile 1...4 cu metal de adaos ø3,25; stratul 5 - fără metal de adaos.
										2	210	26	
										3	180	24	
										4	180	24	
										5	140	23	
16.		16	60	1,5	1,5	–	4	13	10	1	220	26	
										2	210	26	
										3	185	24	
										4	180	24	
										5	145	23	

Tabelul 9.20

EXEMPLE de REGIMURI de SUDARE WIG

-pentru cupru-

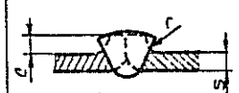
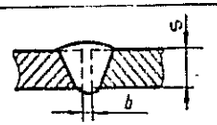
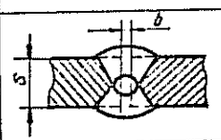
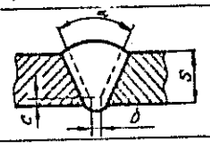
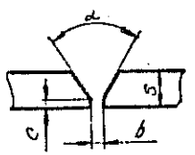
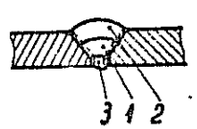
(polaritate directă)

Nr. crt.	Tipul îmbinării și forma rostului	s (mm)	α (°)	b (mm)	c (mm)	r (mm)	de (mm)	Ajutaj ø mm	Debit gaz l/min	Număr rînduri	I_s (A)	U_a (V)
1.		1	–	0	1,5	1,5	1,5	9	6	1	80	20
2.		1,5	–	0	–	–	1,5	9	6	1	120	22
		2	–	0	–	–	2	9	6	1	155	25
3.		3	–	0	–	–	3	9	7	1	200	25
										2	150	24
		4	–	0	–	–	4	13	8	1	220	26
										2	190	25
4.		4	60	0	1	–	4	13	8	1	250	27
5.		5	–	0,5	–	–	4	13	8	1	240	26
										2	180	24
		5	–	0,5	–	–	4	13	8	1	235	26
										2	180	24
		10	–	0,5	–	–	5	13	10	1	300 max.	27
										2	300 max.	27
		10	–	0,5	–	–	5	13	10	1	300 max.	27
										2	300 max.	27

Tabelul 9.21

EXEMPLE de REGIMURI de SUDARE WIG

= pentru aluminiu (în curent alternativ)

Nr. crt.	Tipul îmbinării și forma rostului	s mm	α °	b mm	c mm	r mm	d_e mm	Ajutaj ∅ mm	Debit gaz l/min	Nr. straturi	I_s A	U_a V
1		1	–	0	1	1,5	1,6	9	6	1	55	20
		1,5		0	1,5	2	1,6	9	9	1	80	21
2.		1,5		0			3	9	6	1	80-82	22
		3		0			3	9	8	1	150-155	23
3.		3		0			3	9	8	1	150	23
										2	120	22
		6		0			4	13	12	1	250	27
										2	80	25
4.		8	60	1.	1		4	13	13	1	195-200	22
										2	200-220	24
5.		12	60	2.	1,5		4	13	14	1	300	23
										2	280	27
										3	250	26
6.		12	60	2	1,5		4	13	14	1	295	27
										2	280	27
										3	260	26
7.		16	60	3	1,5		5	13	16	1	300 max.	27
										2	285	27
										3	260	26
8.		16	60	3	1,5		5	13	16	1	300 max.	27
										2	285	27
										3	265	26

Notă: Stratul nr.3 se sudează ultimul, fără metal de adaos. Straturile 1,2 se sudează cu metal de adaos ∅3...∅4 în funcție de s.

8. LUCRAREA NR. 16 – SUDAREA PRIN REZISTENȚĂ ELECTRICĂ, ÎN PUNCTE

8.1. Utilaje de studiat

Se vor studia în laborator mașinile de sudat prin rezistență în puncte, tip MT 1222 și BOSWA, schițate în prealabil (v. Fig. 9.44 și 9.45).

Acestea conțin un transformator coborîtor de tensiune (pînă la valori de 3-8 V) și care poate debita în secundarul legat la electrozi, curenți de ordinul 1.000 – 10.000A.

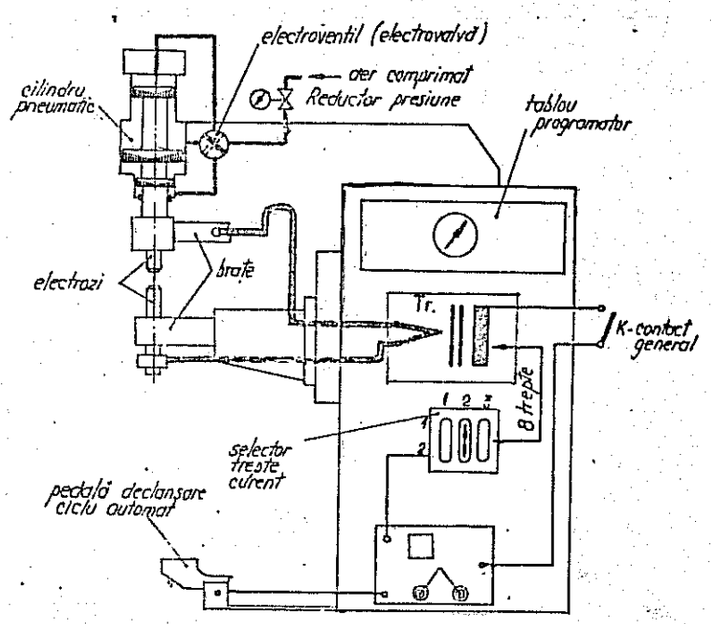
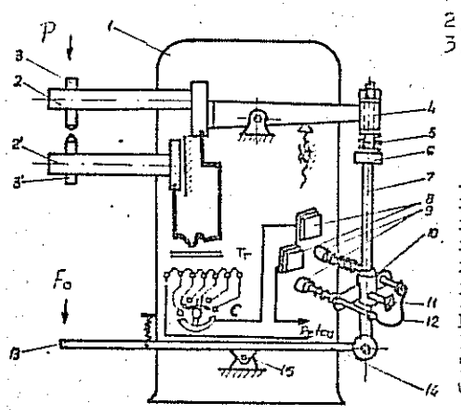


Fig. 9.44

Se vor remarca:

– dispozitivele de acționare a electrozilor mobili (pneumatic-cu pistoa, sau mecanic-cu pîrghii acționate cu piciorul);

– dispozitivele de reglare în trepte a curentului (prin conectarea unui număr variabil de spire în primar și prin modificarea reactanței circuitului de sudare-prin variația distanței



1 – batiu
2,2'– braţe
3,3'– electrozi
4 – pîrghie
5 – arc limitator forţă
6 – piuliţă reglare forţă
7 – tijă
8 – contacte fixe
9 – contacte mobile
10 – bucşă-suport
11 – şurub fixare bucşă
12 – cablu de legătură
13 – pedală de acţionare
14 – pîrghia pedalei
15 – articulaţie
P – forţa de apăsare între piese
F_o – forţa de acţionare a pedalei
Tr – transformator
Cr – contacte reglare curent

Fig.9.45.- Maşină de sudat prin puncte-BOSWA

– dispozitivele de reglare a ciclului de sudare (a variaţiei corelate în timp a forţei de apăsare P a pieselor între electrozi şi a curentului I_s ce trece prin piese), conform ciclogramelor din fig.946 – la maşinile de tip vechi (cu pîrghii), sau celor din fig. 9.47 – la maşinile moderne (cu piston şi temporizare electronică)
– circuitul de răcire cu apă a transformatorului;

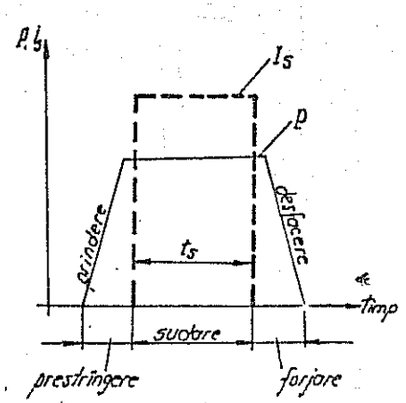


Fig.9.46.

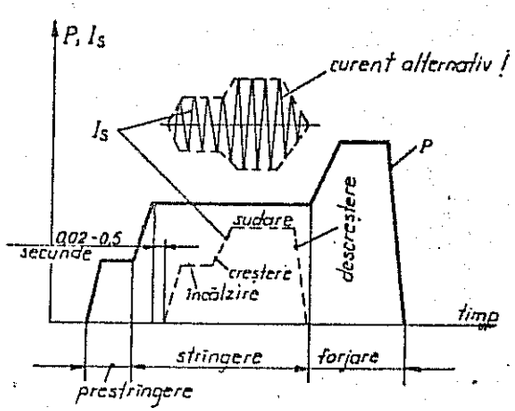


Fig.9.47.

8.1.1. Maşina MT 1222 – (fig.944) face parte din categoria maşinilor moderne de sudat prin puncte – cu piston şi programator electronic al ciclului de sudare, putînd suda la comandă punct cu punct sau serii de puncte, în mod automat. Prin adaptarea unui brevet de invenţie al IPB, pot suda perechi de puncte sau serii automate de perechi de puncte, cu o productivitate dublă.

Acţionarea electrozilor se face cu un sistem cu cilindru pneumatic cu piston în trepte şi distribuitor electro-pneumatic, putînd asigura variaţia forţei de strîngere P conform ciclogramei din fig.9.47.

Curentul de sudare poate fi variat în 8 trepte cu ajutorul unui selector al numărului de spire din primarul transformatorului, care este cuplat cu un bloc de contacte prin tiristori K_T, ce permite închiderea circuitului primar, conform ciclogramei I_s din fig.9.47

Corelarea în timp a celor două cicluri se realizează prin poziţionarea corespunzătoare a potenţiometrelor şi comutatorilor tabloului programator, detaliat în fig.9.48.

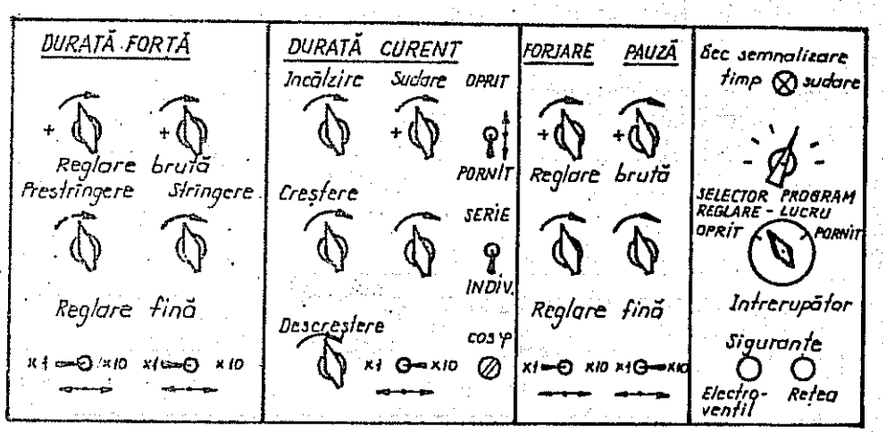


Fig.9.48.

Tabloul programator de cicluri

Fiecare din duratele de: prestrîngere, strîngere, încălzire, sudare şi pauză (ultima folosită la sudarea automată a seriilor de puncte) este reglabilă cu o raţie de 0,02 secunde.

Pentru urmărirea operativă a timpului de trecere a curentului de sudare prin piese, în colţul din dreapta sus a tabloului, programator există o lampă cc se aprinde la închiderea circuitului de sudare.

Parametrii se stabilesc practic astfel:

Se stabileşte tipul regimului (dur sau moale) în funcţie de natura şi grosimea materialului, conform recomandărilor anterioare; apoi se stabilesc următoarele elemente:

- Diametrul punctului d_p se calculează cu relaţia empirică

$$d_p = 1 + 4{,}75\ s - 0{,}75\ s^2\ , \quad [mm] \qquad (9.24.)$$

în funcţie de grosimea s a tablei.

Intensitatea I_s a curentului de sudare (cel maxim din ciclograma I_s–t) se calculează cu relaţia:

$$I_s = i_s \cdot S_p = \frac{\pi \cdot d_p^2 \cdot i_s}{4} \quad [A] \qquad (9.23.)$$

în care i_s este densitatea de curent recomandată anterior.

- Timpul de sudare (inclusiv prefuncţionarea) se stabileşte cu relaţia:

$$t_s = 0{,}02\ (2+6s) \quad [secunde] \qquad (9.25.)$$

pentru regimurile dure şi cu relaţia:

$$t_s = 0{,}02\ (10+18 \cdot s) \quad [secunde] \qquad (9.26.)$$

pentru regimurile moi.

- Diametrul zonei active a electrozilor D_e se calculează cu relaţia:

$$D_e \geq 2{,}5 + 2 \cdot s \quad [mm] \qquad (9.27.)$$

- Forţa de apăsare $P = p \cdot \frac{\pi \cdot D_e^2}{4}$ [N] (9.28.)

unde p este presiunea specifică între table, recomandată anterior, în funcţie de tipul regimului.

- Durata apăsării (inclusiv prestrîngerea şi forjarea) se stabileşte în funcţie de tipul regimului de sudare ales: $t_p = (2 \cdots 10) t_s$ [s] (9.29).

- Tensiunea de sudare U_s este de regulă între 2–6 V, ea fiind determinată implicit din caracteristica externă a transformatorului existent pe maşinile disponibile, în funcţie de intensitatea curentului de sudare şi reactanţa totală a circuitului de sudare.

$$U_s = (0{,}4 \cdots 0{,}8) U_0 \quad (V) \qquad (9.30)$$

Studenţii vor stabili regimul de sudare pentru îmbinarea a două table din materiale şi având grosimi indicate individual de cadrele didactice. Valorile obţinute se vor compara cu cele recomandate în tabelele 9.23...9.25.

Tabelul 9.23.

Parametrii regimului de sudare a oţelurilor cu conţinut mic de carbon

Grosimea tablelor s	Diametrul minim al electrozilor D_e	Forţa de strîngere P		Timpul de sudare		Curentul de sudare I_s		Diametrul punctului d_p	
		Regim dur	Regim moale	Regim dur	Regim moale	dur	moale		
(mm)	(mm)	(daN)		(secunde)		(amperi)		(mm)	
0,25	9,5	91	30	0,08	0,6	4000	3000	2,5	2,8
0,55	9,5	136	45	0,1	0,36	6500	3800	3,5	3,8
0,8	9,5	181	65	0,14	0,48	8000	4700	4	4,6
1	13	227	80	0,16	0,64	9500	5600	5	5,3
1,25	13	295	95	0,2	0,7	10500	6100	5,5	5,6
1,6	13	363	115	0,24	0,8	12000	6800	6,5	6,4
2	16	499	150	0,28	1	14000	7900	7,5	7,5

Tabelul 9.24.

Regimuri de sudare prin puncte a oţelurilor inoxidabile

Grosimea tablelor s	Diametrul minim al electrozilor D_e	Forţa de strîngere P	Timpul de sudare t	Curentul de sudare I
(mm)	(mm)	(kN)	(secunde)	(A)
0,5	12,5	1,8	0,08	4000
0,8	12,5	3,0	0,1	6000
1	16	4,0	0,16	7600
1,5	16	6,5	0,2	11000
2	16	9,0	0,24	14000

Tabelul 9.25.

Regimuri de sudare prin puncte a aliajelor de aluminiu

Grosimea tablelor s	Diametrul minim al electrozilor D_e	Forţa de apăsare P	Timpul de sudare t	Curentul de sudare I
mm	(mm)	(N)	(secunde)	(A)
0,5	16	18000	0,1	18000
0,8	16	23000	0,12	25000
1	16	27000	0,14	30000
1,5	16	34000	0,18	35000
2	25	39000	0,2	41000
2,5	25	50000	0,24	50000
3	25	60000	0,26	60000

8.3. Experiment de sudare prin puncte pe maşina MT-1222.

Studenţii vor primi epruvete din tablă de anumite mărci şi grosimi, ce se vor măsura cu şublerul.

Se va nota marca şi grosimea materialului.

Se va stabili regimul de sudare conform metodicii prezentate anterior şi, cu ajutorul personalului tehnic din laborator, se va face reglajul maşinii, corespunzător necesităţilor.

Se va măsura presiunea aerului comprimat şi se va determina forţa de apăsare a electrozilor. In acest scop se va folosi tabelul afişat pe maşină, lîngă manometrul reductorului de presiune. Pentru valori intermediare se vor face interpolări liniare.

Se va măsura distanţa dintre braţele port-electrod şi, în funcţie de aceasta şi de treapta de reglare, se va aprecia valoarea curentului de scurt-circuit al maşinii. In acest scop se va folosi tabelul 9.22.

Din acelaşi tabel se va nota valoarea tensiunii de mers în gol a maşinii.

Se va aprecia valoarea curentului de sudare I_s, ţinînd cont că aceasta este cu atît mai mică decît valoarea curentului de scurt-circuit cu cît grosimea pieselor de sudat creşte. La sudarea unor piese de oţel obişnuit de circa 2 mm curentul de sudare scade de circa 2...3 ori faţă de curentul de scurt-circuit.

Se vor realiza efectiv mai multe îmbinări sudate, lucrîndu-se în sistemul punct-cu-punct şi în serii automate de puncte.

Se va aprecia timpul de sudare, ca fiind egal cu timpul de aprindere a becului de control din colţul dreapta-sus al tabloului programator de cicluri.

Se va aprecia timpul de pauză între puncte.

Se va determina numărul de puncte realizabil într-un minut şi respectiv într-o oră, la lucrul cu comandă individuală sau în serii automate. Pentru aceasta se va cronometra timpul necesar realizării unui număr de 10 puncte în cele două moduri şi se vor face calculele elementare ce se impun.

Se va măsura diametrul mediu al punctului de sudură realizat şi diametrul zonei influenţate termic, evidenţiate pe partea exterioară a îmbinărilor prin culori caracteristice, diferite de cea obişnuită a metalului de bază. Determinări mai precise se fac de la caz la caz, prin ruperea sudurii şi măsurarea punctului, efectiv, cu şublerul, iar zona influenţată termic se poate delimita precis prin studiu metalografic.

Se va măsura diametrul zonei de contact a electrozilor.

8.4. Comentarea rezultatelor

Pe baza rezultatelor obţinute studenţii vor face comentarii individuale, punînd în evidenţă:

- aventaje şi dezaventaje ale diferitelor tipuri de maşini existente în laborator;
- aprecieri rezultate din compararea reglajelor maşinii cu cele necesare realizării parametrilor stabiliţi prin calcul;
- aprecieri referitoare la calitatea sudurilor obţinute şi la siguranţa obţinerii unor puncte de aceeaşi calitate;
- propuneri de scheme de măsurare a parametrilor efectivi ai regimului de sudare;
- propuneri de metodici de calcul al variaţiei parametrilor electrici în funcţie de natura şi grosimea materialului, ca şi în funcţie de alţi factori.

9. LUCRAREA NR.17 - SUDAREA CU FLACĂRA DE GAZE

9.1. Flacăra oxi-gaz şi tehnica sudării

In cazul acestui procedeu, ca sursă de căldură se foloseşte o flacără obţinută prin arderea în oxigen a unor gaze combustibile, cel mai ales - acetilena, care asigură cea mai mare temperatură a flăcării: circa 3150°C.

Flacăra obţinută în acest caz poartă denumirea de flacără oxiacetilenică.

In funcţie de raportul debitelor de gaze utilizate la sudare

$$K = \frac{O_2}{C_2H_2} \qquad (9.31.)$$

flacăra poate fi:

- normală, cînd proporţia celor două gaze satisface cerinţele unei arderi complete (K = 1,1 ... 1,2);
- carburantă, cînd acetilena se află în exces (K 1,1);
- oxidantă, cînd oxigenul se află în exces (K 1,2).

Cele trei tipuri de flacără oxiacetilenică se disting uşor după aspectul lor (mod de ardere, culoare, strălucire, mărimea elementelor componente).

Flacăra usuală pentru sudarea oţelurilor este cea normală a cărei structură este arătată în fig.9.55.

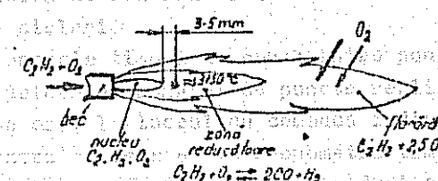


Fig.9.49. Flacăra normală de sudare

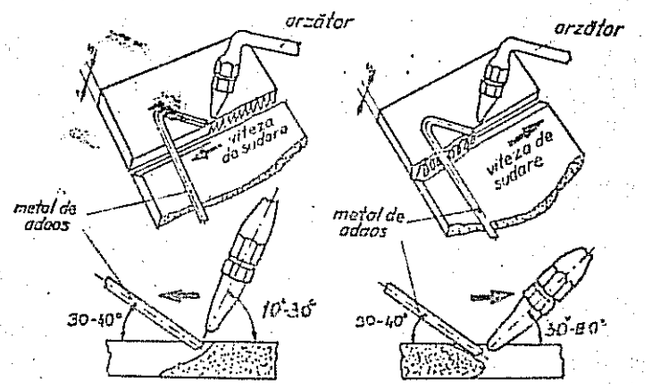
Temperatura maximă se atinge într-un punct situat în zona reducătoare, la cca 3... 5 mm de nucleul puternic strălucitor, în care se găsesc gaze reducătoare (CO şi H_2) capabile să descompună oxizii formaţi în timpul sudării şi în care se amplasează de regulă

baia de metal topit.

Gazele folosite la ardere (O_2, C_2H_2) se păstrează în stare îmbuteliată, acetilena se poate fabrica la locul de sudare. Flacăra se produce şi se conduce cu ajutorul unui arzător (suflai).

Se folosesc două tehnici de sudare în funcţie de grosimea s a pieselor de sudat.

Ele sînt descrise în figura 9.50.



SUDARE SPRE STINGA
(INAINTE)

- pentru s < 4 mm - oţel

Arzătorul este condus cu oscilaţii verticale spre stinga înaintea sudurii; vergeaua de metal de adaos execută o mişcare oscilatorie înaintea becului. Flacăra este dirijată spre rostul nesudat

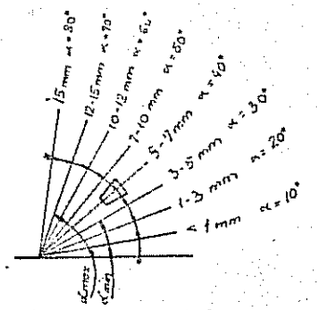
SUDARE SPRE DREAPTA
(INAPOI)

- pentru s ≥ 4mm - oţel
- pentru neferoase

Arzătorul este condus rectiliniu spre dreapta iar ca vergeaua de metal de adaos se execută o mişcare oscilatorie în urma becului. Flacăra este dirijată mereu spre sudura realizată

Fig.9.50. Tehnici(sensuri) de sudare

Efectul termic al flăcării asupra metalului de bază este dependent de unghiul de înclinare a becului arzătorului (fig.9.50. şi 9.51.) ca de dimensiunile orificiilor de curgere a oxigenului şi acetilenei.



α_{min} - corespunde sudării pieselor subţiri

α_{max} - corespunde sudării pieselor groase

Fig.9.51. Reglarea efectului termic al flăcării asupra metalului de bază, prin înclinarea becului.

9.2. Tema practică

In cadrul lucrării de laborator studenţii vor studia echipamentul de sudare, vor stabili tehnologia de sudare pentru o îmbinare indicată de cadrul didactic şi vor verifica experimental parametrii.

9.3. Utilaje studiate

- butelille de gaze, cu reductoarele de presiune;
- generatorul de acetilenă şi supapă hidraulică de siguranţă;
- trusă pentru sudare în flacără.

9.3.1. Butelille de oxigen şi acetilenă (fig.9.52 şi 9.53) se compun din: corpul 1, suportul 2, robinetul cu ventil 3, capacul din oţel 4 şi inelul opritor 5.

I. Butelille de acetilenă au în interior o masă poroasă şi acetonă, în care acetilena se dizolvă sub presiune.

Masa poroasă diminuează pericolul producerii exploziei acetilenei şi favorizează dizolvarea acesteia în acetonă. Solubilitatea acetilenei creşte proporţional cu presiunea şi se reduce cînd temperatura creşte. O butelie cu capacitatea de 40 l conţine, la presiunea de 14,7 bari (15 at), 5500 l acetilenă dizolvată în acetonă.

Butelia are ou un robinet cu ventil, executat din oţel de o construcţie specială, cu jug. Butelia este vopsită în culoare brună, cu un inel de culoare roşie, avînd inscripţia „ACETILENA"

de culoare albă.

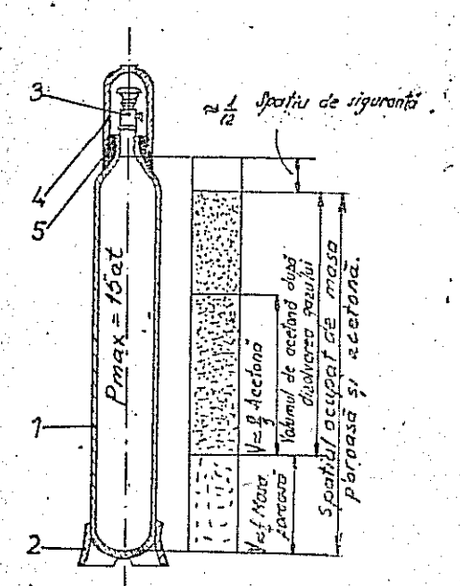


Fig.9.52.

Butelia de acetilenă

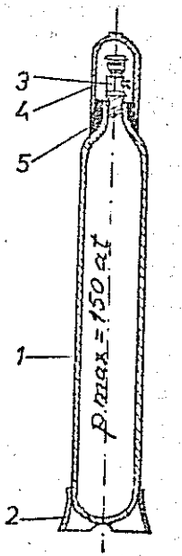


Fig.9.53.

Butelia de oxigen

II. Butelille de oxigen au capacitatea de 40l, sînt încărcate cu oxigen la presiunea de 150 at conţin 150 x 40 =6000 l = 6 m^3 oxigen.

Robinetul cu ventil este din bronz. Butelia se vopseşte în albastru, iar inscripţia „OXIGEN" alb. Butelille de oxigen se montează în poziţie verticală la distanţa de cel puţin 5 m de arzător.

In laborator, butelille au un spaţiu special destinat, în exterior.

Gazele din butelii pot să fie consumate cel mult pînă la o presiune remanentă - pentru oxigen 1,5 .... 3 at.

- pentru acetilenă 1,5 at.

9.3.2. Reductoare de presiune pentru oxigen şi respectiv acetilenă au rolul de a reduce presiunea gazului din butelii la valoarea necesară sudării: pentru oxigen 2,5 at, iar pentru acetilenă 0,01...0,5 at şi de a menţine constantă

această presiune în tot timpul sudării, independent de valoarea presiunii din butelii.

Acestea funcţionează după principiul echilibrării acţiunii a două forţe opuse: pe de o parte - presiunea unui arc de deschidere a admisiei gazului, pe de altă parte - presiunea unei membrane, opusă acţiunii arcului, care tinde să închidă admisia gazului.

1) Reductorul pentru oxigen (fig.9.54.) se înşurubează la robinetul buteliei de oxigen prin intermediul piuliţei de racordare 13.

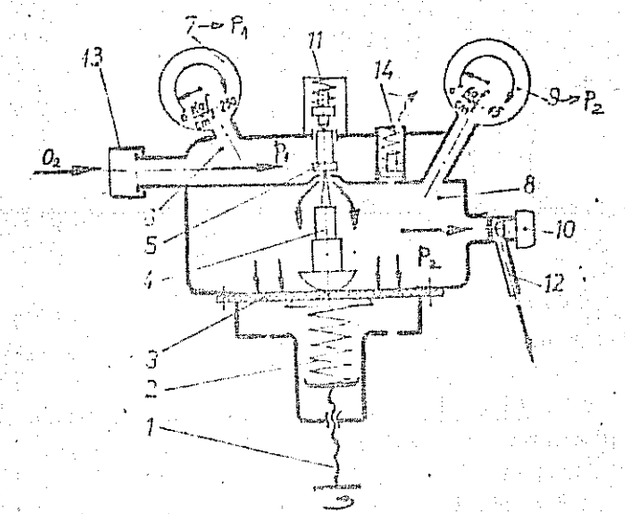


Fig.9.54. Reductorul de presiune pentru oxigen

Pentru obţinerea presiunii de lucru se roteşte şurubul de reglare 1 pînă cînd manometrul de joasă presiune 9 indică presiunea dorită. Şurubul de reglare tensionează arcul 2, şi acesta, prin intermediul membranei elastice 3 şi a cuiului împingător 4, ridică supapa 5 de pe scaunul ei. Oxigenul trece din camera de înaltă presiune 6 în camera de joasă presiune 8; gazul se destinde şi presiunea scade.

Dacă robinetul lo este deschis, oxigenul din camera de joasă presiune trece prin niplul 12 la furtun şi arzător.

Arcul 11 are rolul de a menţine supapa pe scaunul ei, atunci cînd reductorul nu funcţionează.

Menţinerea constantă a presiunii se realizează automat astfel: dacă debitul de oxigen consumat creşte, atunci presiunea din camera de joasă presiune tinde să scadă, iar forţa exercitată de presiunea oxigenului asupra membranei devine mai mică decît forţa exercitată de arcul 2 asupra membranei, şi aceasta se ridică. Membrana ridică cuiul împingător şi supapa, mărindu-se astfel secţiunea de trecere a oxigenului din camera de înaltă presiune în camera de joasă presiune, permiţînd admisia unei cantităţi mai mari de oxigen în camera de joasă presiune.

Cînd debitul de oxigen necesar sudării este mai mic fenomenul este invers celui arătat mai sus. Pentru a se preveni pericolul creşterii accidentale periculoase a presiunii există o supapă de siguranţă 14.

2) Reductorul pentru acetilenă se deosebeşte de reductorul pentru oxigen prin modul de racordare la butelie, racordarea făcîndu-se cu ajutorul unei bride, prin culoarea vopselei (albastru pentru oxigen, galben pentru acetilenă) şi prin presiunile de lucru notate pe manometre, pentru prevenirea folosirii alternative a reductorului pentru oxigen şi acetilenă, ceea ce este periculos şi interzis.

9.3.3. Generatorul de acetilenă este un aparat în care se prepară acetilena prin descompunerea carbidului în apă; prin reacţia:

$$CaC_2 + 2\,H_2O \Longrightarrow C_2H_2 + Ca\,(OH)_2 + Q \uparrow \qquad (9.32)$$

Clasificarea şi condiţiile tehnice generale ale generatoarelor de acetilenă sînt stabilite prin STAS 6306-71.

Generatorul de acetilenă tip GD11 (fig.9.55. şi 9.56.), cel mai folosit în ţara noastră, funcţionează după sistemul „contact intermitent", cu refularea apei cînd se realizează o anumită presiune de acetilenă. El se compune din rezervorul 1 în care se află corpul inelar 2, fixat de rezervor prin tija 3. In corpul inelar se introduce clopotul 4 în care se află cogul de carbid 5 şi vasul de reziduuri 6. Acetilena rezultată trece prin ţevile de ţăturâ 7, 8, 9, epuratorul 10, supapa hidraulică de siguranţă 11 şi robinetul 12, la arzător.

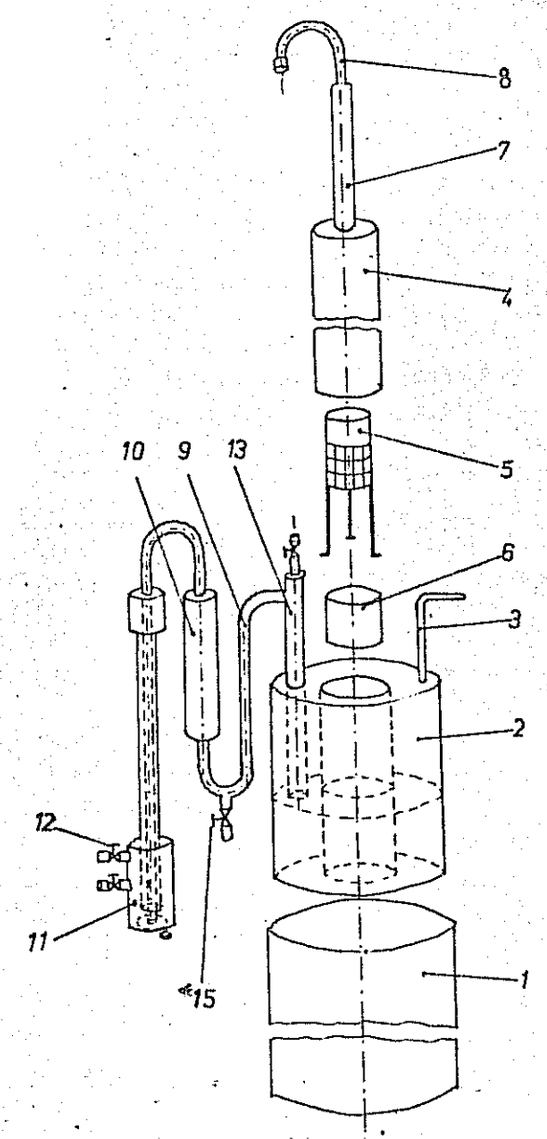


Fig. 9.55

Generatorul de acetilenă CD-11-părți componente

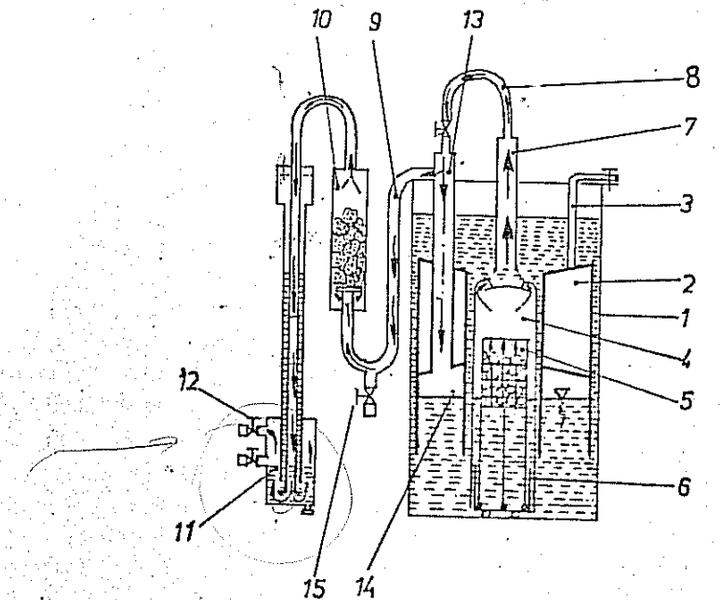


Fig.9.56. Generatorul de acetilenă CD -11

Dacă debitul de acetilenă consumată este mai mic decît cel produs , sau dacă robinetul 12 este închis, acetilena formată trece prin conducta 13 şi se acumulează în spaţiul 14 al corpului inelar cînd presiunea acetilenei creşte, apa este refulată deasupra acestuia , iar la atingerea unei anumite presiuni a acetilenei se întrerupe efectiv contactul carbidului cu apa.

Dacă se deschide robinetul 12, pe măsură ce acetilena este consumată, apa pătrunde din nou sub clopot, reia contactul cu carbidul şi reîncepe procesul de degajare a acetilenei.

Epuratorul lo serveşte la filtrarea acetilenei, care trece în epurator printr-un strat de cocs.

Robinetul 15 serveşte la curăţirea ţevilor de legătură 7, 8 şi 9.

Presiunea de lucru a generatorului CD 11 este de 4oo mm col. H_2O, încărcătura de carbid - 5 kg şi debitul de acetilenă -35oo l/h.

9.3.4. Supapa hidraulică de siguranţă

Supapa hidraulică de siguranţă (fig.9.57.) are rolul de a împiedica întoarcerea flăcării de la arzător în generator şi pătrunderea oxigenului în conducta de acetilenă sau în generator, în

una din următoarele situaţii:

- viteza amestecului de gaze din arzător scade sub valoarea vitezei de ardere;
- distanţa dintre becul arzătorului şi metalul de bază este prea mică;
- orificiul becului este astupat de stropi metalici sau alte impurităţi.

In corpul 1 se introduce apă prin ţeava de siguranţă 3, pînă la nivelul robinetului de nivel 4, deschis. Apoi acesta se închide.

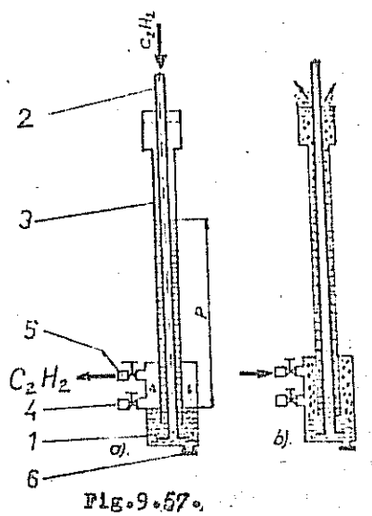


Fig.9.57.
Supapa hidraulică de siguranţă

La funcţionarea normală (fig.9.57.a), acetilena intră în supapă prin ţeava de admisie 2, trece prin stratul de apă din corp spre partea superioară a supapei şi apoi în racordul de evacuare 5, spre arzător. Presiunea acetilenei p (măsurată în mm col.apă) este egală cu diferenţa de nivel a apei între ţevile 2 şi 3.

In cazul întoarcerii flăcării (fig.9.57.b), acetilena din supapă arde, rezultînd gaze cu presiune şi temperatură mare. Ele evacuează apa din supapă între ţeava de admisie şi cea de siguranţă pînă la stabilirea comunicaţiei cu atmosfera. Apa din ţeava de admisie împiedică pătrunderea flăcării în generator şi reduce gocul undei de explozie.

Dopul filetat 6 serveşte la golirea supapei.

9.3.5. <u>Trusa pentru sudare şi tăiere oxiacetilenică</u> (fig.9.58.) este standardizată (STAS 4137 - 7o) şi conţine: mînerul 1, arzătoarele pentru sudat 2, aparatul de tăiere 3, căruciorul 4 pentru aparatul de tăiere, compasul 5 pentru tăiere circulară, becurile 6 şi 7 pentru aparatul de tăiere, injectoarele 8, becurile pentru arzătoare 9, piuliţele olandeze 1o şi cheia 11.

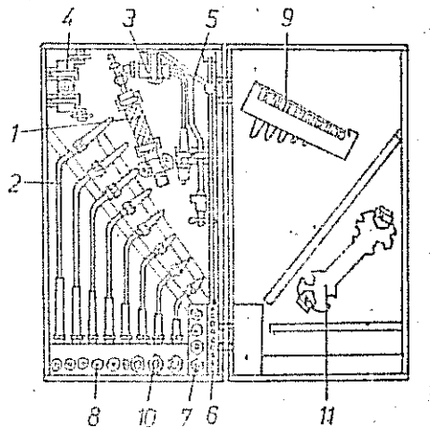


Fig. 9.58

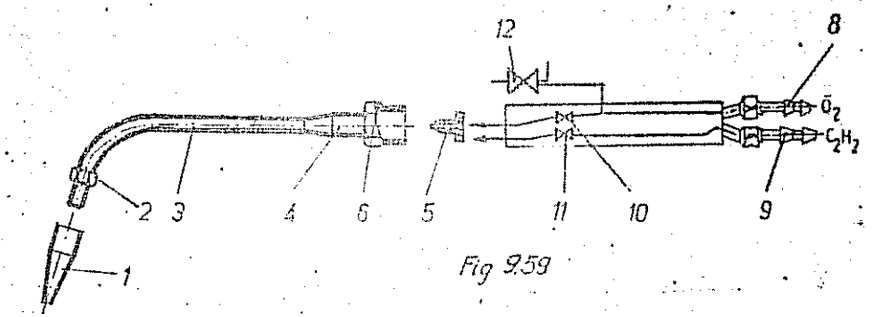


Fig 9.59

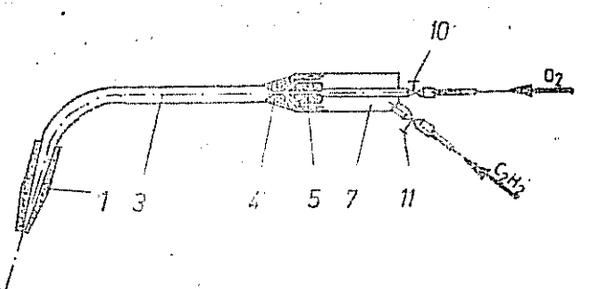


Fig. 9.60

Arzătorul pentru sudare serveşte la amestecul acetilenei cu oxigenul şi la arderea amestecului gazos.

Un arzător (fig.9.59 şi 9.60.) se compune din: becul pentru sudare 1, racordul 2, ţeava 3, camera de amestec 4 şi injectorul 5. Arzătorul se asamblează cu ajutorul piuliţei olandeze 6, la mînerul 7. Acesta este prevăzut cu niplul pentru oxigen 8, niplul pentru acetilenă 9, robinetul pentru oxigen suplimentar 12, pentru tăiere.

Injectorul este prevăzut cu un orificiu central prin care trece oxigenul şi nişte canale exterioare prin care trece acetilena.

La ieşirea oxigenului din injector, cu viteză mare, se produce o depresiune în spaţiul din jurul injectorului, aspirîndu-se acetilena prin canalele exterioare ale injectorului.

Cele două gaze trec prin camera de amestec, ţeavă şi ies amestecate intim prin orificiul becului. Pentru aprindere, se deschide mai întîi robinetul de oxigen 10 şi apoi se deschide robinetul de acetilenă 11, după care se aprinde flacăra. Reglarea structurii flăcării se face cu robinetul de acetilenă pînă ce nucleul luminos este foarte clar conturat. După terminarea sudării, se închide întîi robinetul de acetilenă şi apoi cel de oxigen. In cazul cînd se produc întoarceri ale flăcării, se închide robinetul de acetilenă şi se cufundă arzătorul într-un vas cu apă, după care se închide şi robinetul de oxigen.

Injectoarele, camerele de amestec şi becurile se execută numerotate în opt mărimi, de la 0 la 7, în funcţie de grosimea metalului destinat sudării.

In tabelul nr. 9.26 sînt indicate caracteristicile arzătoarelor pentru sudare.

Alegerea arzătoarelor în vederea sudării se face pe baza inscripţiilor de pe elementele acestora, de exemplu:

7 - numărul arzătorului şi elementelor sale;

2o-3o - limitele de grosime ale pieselor de sudat, /mm/ ;

25oo - debitul de acetilenă, consumat, /l/h/;

Becurile se execută din cupru deoarece acesta are conductibilitate termică ridicată; celelalte elemente ale arzătorului se execută din alamă.

Arzătorul se racordează la sursele de gaze, prin furtune speciale, din cauciuc armat cu reţea de fibre textile de mare rezistenţă.

Furtunele pentru acetilenă au culoare roşcată, iar cele pentru oxigen au culoare albastru-închis.

Dacă se folosesc şi conducte, acestea se vopsesc în galben

Tabelul nr.9.26.

Caracteristicile arzătoarelor

Numărul arzătorului	0	1	2	3	4	5	6	7
Debitul maxim de acetilenă	74	15o	3oo	5oo	75o	12oo	17oo	25oo
Debitul maxim de oxigen	85	165	33o	55o	825	132o	187o	275o
Grosimea oţelului de sudat	o,5-1	1-2	2-4	4-6	6-9	9-14	14-2o	2o-3o
Lungimea nucleului luminos	6	8	12	15	17	19	21	23

pentru acetilenă şi albastru- închis pentru oxigen.

Pe furtunele de acetilenă sînt racordate supape de siguranţă suplimentare, pentru prevenirea întoarcerii flăcării la butelie sau generator.

9.3.6. Accesoriile necesare sudorului sînt: ochelari de protecţie cu lentile colorate (filtrante), ochelari cu lentile securizate albe pentru protecţie în timpul îndepărtării zgurii şi curăţirii pieselor, perii de sîrmă din oţel şi ciocane din oţel pentru curăţirea pieselor sudate, ace şi perii de sîrmă din alamă pentru curăţirea becurilor, mănuşi, şorţ de protecţie şi jambiere.

Studenţii vor studia utilajele din laborator (componenţa , funcţionarea şi posibilităţile de reglare) folosind indicaţiile de la pct.9.3.

9.4. Experiment de sudare cu flacără

Se va urmări execuţia demonstrativă a unei îmbinări sudate, studenţii notîndu-şi următoarele elemente:

- materialul de bază: grosimea (se va măsura) şi marca acestuia;
- numărul arzătorului folosit şi debitele de C_2H_2 şi O_2;
- tipul flăcării oxiacetilenice, schiţa acesteia (din care să reiasă zonele caracteristice, dimensiunile lor aproximative, cu precizarea culorilor specifice);
- diametrul sîrmei de adaos şi marca acesteia;
- fluxul eventual folosit;
- sensul de sudare şi mişcările arzătorului şi sîrmei;
- presiunea gazelor: în butelii şi la consumator care se vor citi în timpul sudării pe manometrele de înaltă presiune ale reductoarelor de presiune de pe butelii şi respectiv pe manometrele de joasă presiune

ale reductoarelor de presiune de la postul de sudare.

In timpul procesului de sudare studenţii vor cronometra timpul de sudare t_s, iar după sudare vor măsura cu şublerul lungimea cusăturii L.

Pe baza măsurătorilor efectuate, studenţii vor calcula viteza de sudare efectivă: $v_s = \frac{L}{t}$ [m/oră] (9.33.)

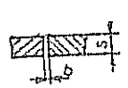
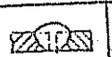
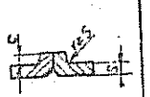
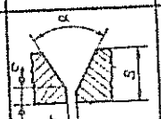
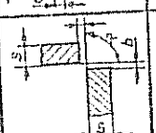
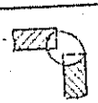
Pentru o îmbinare indicată de cadrul didactic, studenţii vor stabili, parametrii regimului de sudare în funcţie de natura materialului de bază şi grosimea sa, s.

9.5. Stabilirea parametrilor regimului de sudare

Parametrii regimului de sudare se stabilesc anticipat după cum urmează:

a. Se stabileşte forma şi dimensiunile rostului îmbinării conform indicaţiilor din tabelul 9.27.

Tabelul 9.27.

Denumirea cusăturii	Forma rostului	Forma îmbinării	Grosimea metalului de bază S [mm]	Dimensiunile rostului α,β [grade]	b [mm]	c [mm]	Observaţii
Sudură în I			pînă la 1	—	0...1		Sudare spre stînga
			1...4	—	1/2S		
			4...8	—	1/2S		Sudare verticală simultan (bilaterală)
Sudură în I cu margini răsfrînte			pînă la 2	—	—	S+1	—
Sudură în Y, V			4... 12	55... 65	2...4	0...2	Pentru sudare spre dreapta
Sudură pe muchie			pînă la 6	60... 120	0...2	—	—

b. Se stabileşte tipul flăcării oxiacetilenice conform următoarelor recomandări:

- flacără normală pentru sudarea oţelurilor şi cuprului;
- flacără carburantă pentru sudare a aluminiului, fontei şi oţelurilor cu conţinut ridicat de carbon;
- flacără oxidantă pentru sudarea alamei.

c. Se stabileşte sensul de sudare conform recomandărilor din fig.9.5c.

d. Se calculează debitul orar $Q_{C_2H_2}$ de acetilenă în funcţie de sensul de sudare şi metalul de bază (natură şi grosime).

Se vor folosi relaţiile din tabelul de mai jos:

Tabelul 9.28.

Sensul de sudare	$Q_{C_2H_2}$ [l/h] Oţel	Cupru
spre stînga	$Q_{C_2H_2} = (80 \div 120)s$	$Q_{C_2H_2} = (200 \div 250)s$
spre dreapta	$Q_{C_2H_2} = (120 \div 150)s$	$Q_{C_2H_2} = (250 \div 300)s$

e. Se alege arzătorul corespunzător în funcţie de indicaţiile din tabelul 9.26. Poziţie acestuia în timpul sudării se alege conform recomandărilor din fig.9.5b şi 9.5f.

f. Se alege sîrma de adaos astfel:

Diametrul sîrmei se calculează cu expresia:

$$d = \frac{s}{2} + 1 \quad [mm] \qquad (9.34.)$$

unde s este grosimea pieselor de sudat.

La sudarea oţelurilor de construcţie se foloseşte sîrmă din oţel moale cu conţinut de carbon sub 0,1 %, iar la sudarea oţelurilor cu conţinut mai mare de carbon se foloseşte sîrmă cu (0,25 ...0,3o)% C.

La sudarea fontei se folosesc vergele turnate din fontă cu 3% C, sau din aliaje Cu-Ni, Ni-Fe, Cu-Ni-Fe sau din Cu.

La sudarea cuprului se folosesc vergele de aliaj de cupru cu fosfor şi argint (1,5 ...5%), iar la sudarea alamei se foloseşte sîrmă de alamă specială cu siliciu şi aluminiu.

Pentru sudarea aluminiului se folosesc vergele de aliaj de Al cu siliciu (5%), caracterizate printr-o contracţie mică la solidificare şi răcire.

In tabelul 9.29. sînt indicate sîrmele de oţel standardizate, recomandate pentru sudarea oxi-gaz.

g. Se alege fluxul astfel:

- pentru sudarea cuprului: borax ($Na_2B_4O_7$) şi acid boric în amestec;
- pentru sudarea fontei: borax, borax + carbonat de sodiu şi de potasiu;
- pentru sudarea aluminiului şi aliajelor sale: amestec de fluoruri şi cloruri de: sodiu, potasiu, litiu;
- la sudarea oţelurilor în mod obişnuit nu este necesar a se folosi flux.

Fluxurile dizolvă oxizii şi îi separă în zgură, în stare lichidă, deasupra băii de metal topit.

Tabelul 9.29.

Sîrme de adaos pentru sudarea oţelurilor

Marca sîrmei	Compoziţia chimică % C max.	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S max.	P max.
SloMn 1Mo	o,lo	o,8-1,2	max. o,15	max. o,2o	max. o,3	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
SloMn1Nil	o,lo	o,8o 1,2o	max. o,15	max. o,2	o,9o 1,2o	-	o,o3	o,o3
SloMn1MoCr1	o,lo	o,8-1,2	max. o,35	o,8-1,2	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
SloMn1SiMoCr1	o,lo	1,1o-1,5o	o,45-o,7o	o,8o-1,2o	max. o,3o	o,4o-o,6o	o,o3	o,o3
S12Mn2	o,12	1,8o-2,2o	max. o,15	max. o,2o	max. o,3	-	o,o3	o,o3
S12Mn1SiNi1Ti	o,12	1,4o-1,7o	o,6o-o,9o	max. o,15	o,9o-1,2o	-	o,o3	o,o3

h. Se determină viteza de sudare v_s:

Pentru oţeluri:

$$v_s = \frac{k}{s} \quad [m/h] \qquad (9.35.)$$

în care: k este un coeficient empiric şi are valoarea:

k = 12 - pentru sudarea spre stînga;

k = 15 - pentru sudarea spre dreapta.

i. Presiunea gazelor conform STAS 4137-7o se stabileşte astfel:

- presiunea oxigenului p_{O_2} = 2,45 daN/cm^2 (2,5 at);
- presiunea acetilenei $p_{C_2H_2}$ = o,oo98 ...o,49 daN/cm^2 (o,ol...o,5 at)

9.6. Comentarii şi concluzii

Se vor face comentarii referitoare la calitatea cusăturii realizate şi la defectele constate, propunîndu-se soluţii pentru evitarea apariţiei acestora.

Se va compara procedeul sudării cu flacără oxigaz cu celelalte procedee, arătîndu-se avantajele şi dezavantajele reciproce, ca şi domeniile în care procedeul este foarte avantajos de utilizat.

LUCRAREA NR. 18

1o. TAIEREA TERMICĂ OXIGAZ A MATERIALELOR METALICE

1o.1. Schema de principiu a procedeului

Tăierea oxigaz se realizează prin încălzirea materialului cu o flacără de gaze, pînă la temperatura de aprindere în oxigen, urmată de dirijarea asupra zonei de tăiat, a unui jet suplimentar de oxigen care produce arderea materialului şi îndepărtarea oxizilor produşi în urma arderii.

Porţiunea tăiată este îngustă şi depinde de dimensiunile şi de viteza jetului de oxigen, ca şi de grosimea materialului de tăiat.

Pentru ca materialul să poată fi tăiat prin acest procedeu el trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- temperatura lui de aprindere în oxigen să fie inferioară temperaturii de topire;
- conductibilitatea termică a materialului tăiat să fie cît mai mică;
- temperatura de topire a oxizilor rezultaţi să fie mai redusă decît a materialului de tăiat, pentru ca aceştia să poată fi înlăturaţi din tăietură în stare lichidă de către jetul de oxigen.

Aceste condiţii sînt îndeplinite de către oţelurile carbon avînd mai puţin de o,4 % C şi unele oţeluri slab aliate.

În vederea tăierii se utilizează un arzător, avînd schema de principiu prezentată în figura 9.61.

Amestecul O_2 + gaz pentru încălzire iese din boc printr-un orificiu inelar, sau mai multe orificii dispuse circular, iar oxigenul suplimentar pentru tăiere iese prin orificiul central. Flacăra preîncălzitoare se menţine şi în timpul operaţiei de tăiere pentru a împiedica solidificarea zgurii şi pentru a permite preîncălzirea oxigenului de tăiere.

Ca urmare a încălzirii neuniforme, în procesul de tăiere oxi-gaz se produc deformaţii ale tablei şi ale elementelor tăiate.

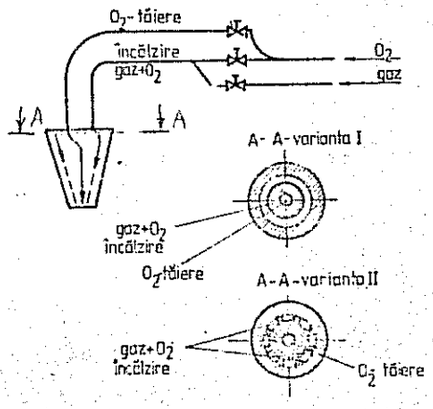


Fig.9.61. Arzătorul pentru tăiere oxiacetilenică

Regimul de tăiere este definit de următoarele elemente: presiunile şi debitele de gaze pentru preîncălzire, corelate cu mărimea becului, presiunea jetului de oxigen suplimentar, viteza de tăiere.

1o.2. Tema practică

In cadrul lucrării de laborator studenţii vor studia utilajele descrise în continuare şi vor stabili tehnologia de tăiere pentru un material indicat de cadrele didactice.

1o.3. Utilaje şi materiale studiate

1o.3.1. Aparatul pentru tăiere manuală STAS 4137-7o

Aparatul pentru tăiere se compune dintr-un arzător pentru tăiere (fig.9.62./, ataşat la mînerul arzătorului folosit la sudarea cu flacără de gaze.

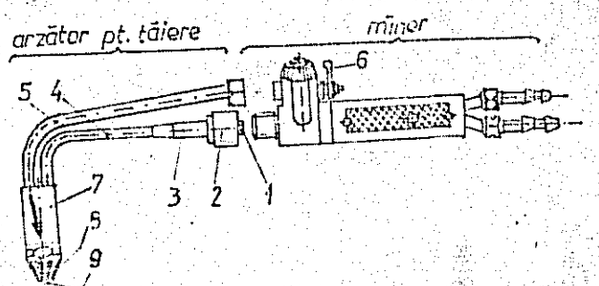


Fig. 9.62.

Asamblarea arzătorului pentru tăiere la mîner se realizează cu ajutorul unei piuliţe olandeze 2.

După deschiderea robinetului de oxigen şi a celui de acetilenă, gazele trec prin injectorul 1, camera de amestec 3 şi ţeava 4 ieşind prin spaţiul inelar format între becul interior 9 şi becul exterior pentru tăiere 8. După ce materialul de tăiat a fost adus la temperatura de aprindere cu ajutorul flăcării de încălzire se deschide robinetul 6, permiţîndu-se ieşirea oxigenului pentru ardere, prin becul interior 9. Pentru păstrarea corectă a distanţei dintre piesa de tăiat şi bec, pe capul de tăiere 7 se montează . . căruciorul 1 (fig.9.63./, prevăzut cu două roţi 2, montate pe bolţurile 3. Căruciorul este dirijat în vederea tăierii, pe conturul trasat pe piesa de tăiat. In cazul tăieturilor circulare, la cărucior se montează un compas prevăzut cu braţul 4 şi vîrful 5.

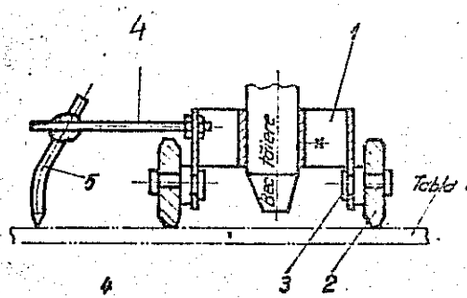


Fig.9.63.

1o.3.2. Maşina de tăiat semiautomat RS - 5 (fig.9.64.)

poate executa tăieturi cu două arzătoare ce pot executa mişcări după o traiectorie oarecare, comandată manual după trasaj sau după desen, sau comandată automat după şablon.

Deplasările sînt executate manual sau mecanizat, cu ajutorul unui cărucior şi al unei traverse mobile, deplasabile pe un sistem de ghidare perpendicular, sau cu ajutorul unui dispozitiv compus ce asigură rotirea circulară a arzătorului, în jurul unei axe verticale.

Sablonul sau desenul se fixează pe o masă fixată într-o

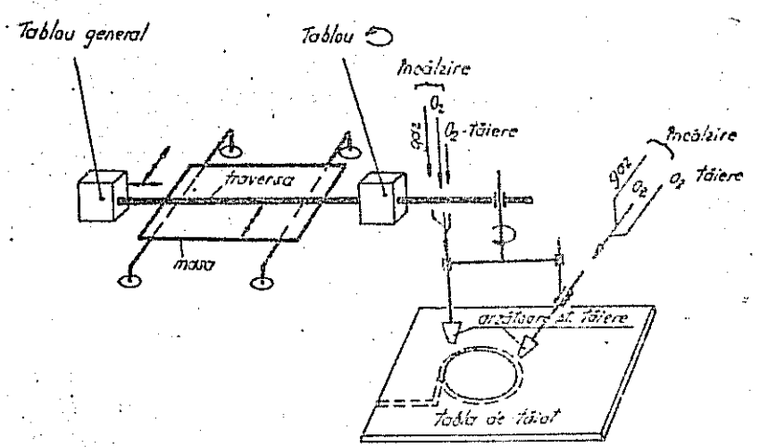


Fig.9.64. Schema de principiu a maşinii RS -5

poziție convenabilă.

Deplasările sînt comandate de la două tablouri de comandă: un tablou general și unul pentru comanda rotirii capului de tăiere.

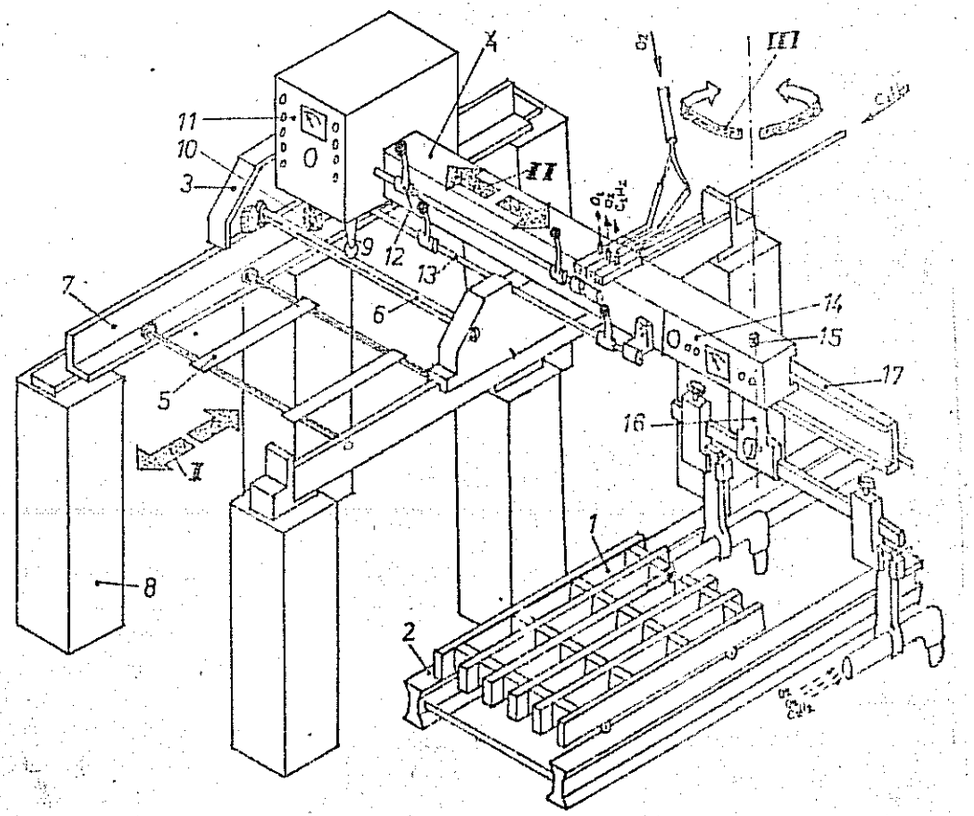


Fig.9.65. Construcția mașinii RS - 5

In fig.9.65. sînt descrise mai detaliat elementele mașinii și funcționarea acestora.

Materialul de tăiat se așează pe cărucior 1, care se fixează pe șinele 2.

Cărucior 3, prevăzut cu valțul din aluminiu 6, se poate deplasa longitudinal, după săgeata I, pe șinele 7, montate pe picioarele 8.

Cărucior este dotat cu ghidajul 17, pe care poate rula traversa mobilă 4. Aceasta include dispozitivul de antrenare 9 cu roți dințate sau cu cap magnetic, proiectorul 10, panoul principal de

comandă 11, maneta robinetelor cu supapă pentru gaze 12, axul de comandă 13 pentru ridicarea dispozitivului de antrenare, panoul de comandă 14 al mișcării rotative și axul rotativ 15 al suportului 16 al aparatelor de tăiere. Traversa mobilă de poate deplasa pe ghidajul 17 după săgeata II. Axul rotativ 15 poate executa o mișcare circulară III, atunci cînd deplasarea longitudinală I și cea transversală II sînt blocate.

Căruciorul 5 servește la așezarea șabloanelor metalice pentru tăierea cu capul magnetic, sau a planșetei cu desenul, pentru tăierea după desen.

Aparatul pentru tăiere funcționează pe același principiu ca cel de tăiere manuală.

Maneta robinetelor pentru gaze are trei poziții: In poziție orizontală se obține flacăra de încălzire; în poziție verticală orientată în jos se deschide trecerea jetului de oxigen de tăiere și se realizează automat cuplarea avansului mașinii; în poziția verticală orientată în sus se întrerup: flacăra, jetul de oxigen și avansul mașinii.

Pentru aprinderea flăcării se folosește un dispozitiv electric de aprindere, cu scîntei.

Panoul principal de comandă este reprezentat în fig.9.66, iar panoul de comandă a rotirii este reprezentat în fig.9.67.

In tabelul 9.30. sînt date caracteristicile mașinii de tăiat RS-5, ca și modul de cuplare a becurilor, în funcție de grosimea tablei.

In fig. 9.68. se prezintă dispozitivul de antrenare cu roți dințate. Acesta primește mișcarea de rotație de la un motor electric

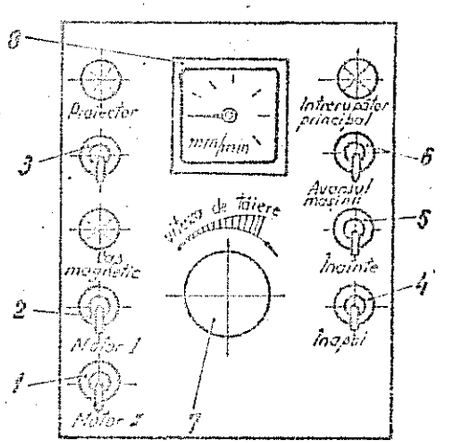


Fig.9.66.

Tabelul 9.30.

Principalii parametri ai regimului de tăiere

PARAMETRII	VALORI					
Grosimea tablei s [mm]	3-10	10-25	25-50	50-100	100-200	200-300
	sînt notate pe becul interior					
Inscripţia becului exterior: (s [mm])	3 - 50			50 - 300		
Presiunea oxigenului pentru tăiere [daN/cm^2=bari]	2-3	2,5-4	3,5-5	4,5-6	5,5-7	6,5-8
Distanţa bec-tablă [mm]	5 - 30					
Viteza de tăiere [mm/min.]	600... ...420	420... ...320	320... ...230	230... ...140	180... ...140	140... ...100

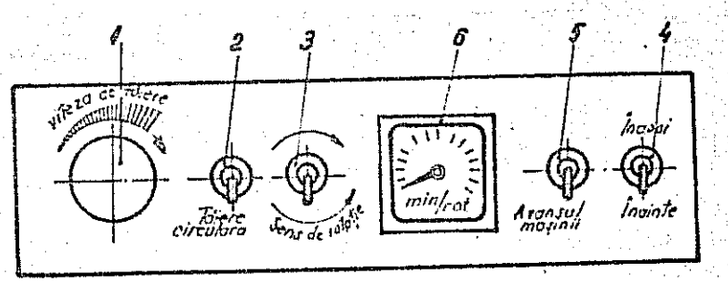


Fig. 9.67

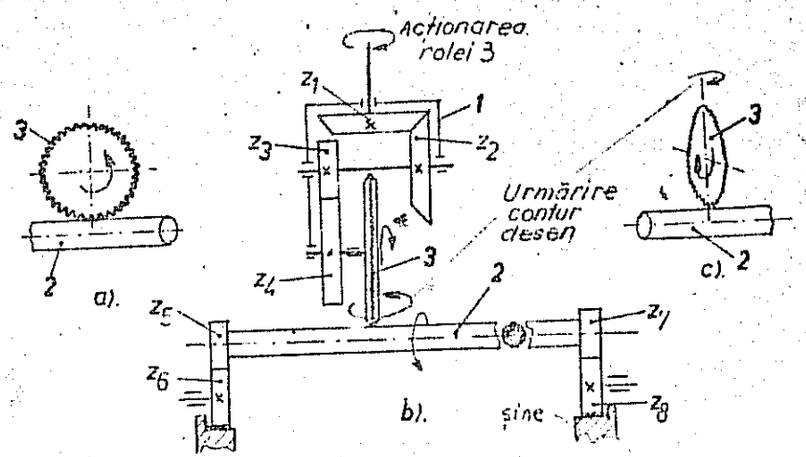


Fig. 9.68

prin ridicarea întrerupătorului 2 de pe panoul principal de comandă descris în fig. 9.66. Prin roţile dinţate Z_1, Z_2, Z_3 şi Z_4, mişcarea de rotaţie se transmite rolei dinţate 3, care, apăsată pe valţul din aluminiu 2 după coborîrea pîrghiei 13 din fig. 9.65, rulează pe valţ.

Cînd este în planul axei valţului (fig.9.68.a), traversa mobilă se deplasează în mişcarea II. Dacă rola este perpendiculară pe axa valţului (fig. 9.68.b), ea imprimă valţului o mişcare de rotaţie, iar acesta, prin intermediul roţilor dinţate Z_5 şi Z_7, acţionează roţile căruciorului Z_6 şi Z_8 în direcţia longitudinală I.

Tăieturile la un anumit unghi faţă de ghidajele căruciorului se realizează prin rotirea manuală a proiectorului, ceea ce determină rotirea planului rolei dinţate cu acelaşi unghi, rola deplasîndu-se deci înclinat faţă de valţ şi comandînd astfel compunerea după dorinţă a mişcărilor I şi II.

Tăierea după şablon /fig.9.69 /

La tăierea după şablon se foloseşte, ca dispozitiv de antrenare, un cap magnetic al cărui ax magnetizat primeşte mişcarea de rotaţie, tot de la un motor. Capul magnetic se montează în locul dispozitivului cu roţi dinţate folosit la tăierea în linie dreaptă.

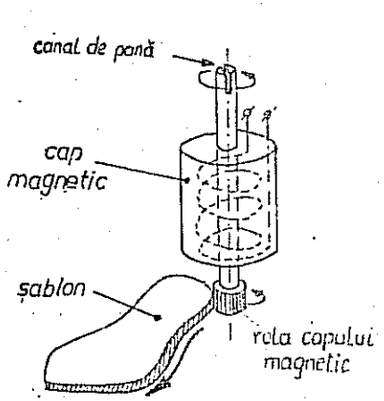


Fig. 9.69

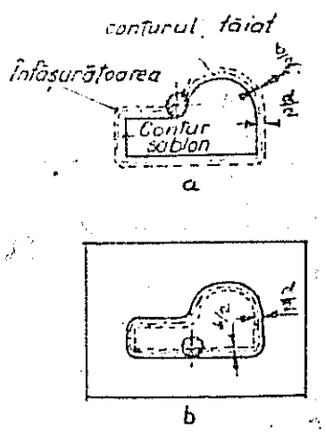


Fig.9.70

Şablonul din oţel se fixează pe căruciorul şabloanelor (5-fig. 9.65). Cu ajutorul pîrghiei 13, capul magnetic se coboară pînă cînd rola acestuia face contact cu şablonul pe toată generatoarea. După aceasta se magnetizează rola, prin ridicarea întrerupătorului 2 de pe panoul principal de comandă. Rola magnetică, rotită de motor, va urmări conturul şablonului, iar aparatul de tăiere va executa acelaşi

contur ca și cel executat de axa rolei. Viteza de deplasare se reglează cu un potențiometru.

Tăierea cu șablonul este utilizată la producția de serie deoarece are loc în mod automat. Șabloanele utilizate pot fi exterioare (fig. 9.70.a) sau interioare (fig. 9.70. b), după cum rola capului magnetic se găsește în afara șablonului, respectiv în interiorul șablonului. Proiectarea șablonului se face determinîndu-se forma și dimensiunile lor astfel încît să rezulte o tăietură la forma și dimensiunile dorite, determinate de înfășurătoarea exterioară, respectiv interioară a șablonului, la distanța $\frac{d}{2}$ față de conturul șablonului urmărit cu rola de diametrul d. Se ține cont și de lățimea b a tăieturii.

Tăierea după desen (fig. 9.71) In acest caz se folosește un proiector cuplat prin intermediul roților dințate Z_1, Z_2 și Z_3 cu dispozitivul de roți dințate 6. Imaginea fantei se proiectează pe desenul fixat pe planșeta căruciorului . Reperul luminos se conduce, prin rotirea roții de mînă, de-a lungul conturului desenului, în așa fel încît săgeata să fie tangentă la contur. La executarea desenului după care se realizează tăierea, se ia în considerare lățimea tăieturii b, similar cu modul de proiectare a șablonelor. Tăierea după desen are avantajul că evită necesitatea de confecționare a unui șablon, pentru producția de unicate.

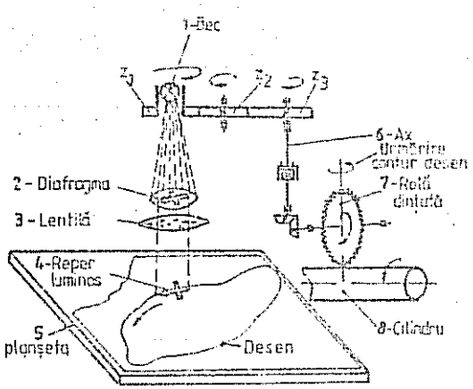


Fig.9.71

Tăierea circulară

La tăierea circulară, axul rotativ al suportului aparatelor de tăiere primește mișcarea de rotație de la un motor II comandată prin coborîrea întrerupătorului 1 de pe panoul principal de comandă și prin ridicarea întrerupătorului 2 de pe panoul secundar de comandă (fig.9.66. și 9. 67). Prin acționarea întrerupătorului 3 și a butonului potențiometrului 1 de pe panoul secundar se realizează conectarea avansului circular și reglarea vitezei necesare rotirii suportului. Pe scala 6 se citește timpul, în minute, necesar unei rotații complete a suportului.

Raza de tăiere se reglează prin deplasarea corespunzătoare a

aparatului de tăiat, pe suport.

Este interzisă conectarea mișcării de rotație a axului suportului o dată „Înainte" și apoi imediat „Înapoi" ca și pornirea motorului II înainte de deblocarea axului 15 din fig. 9. 65.

Tăierea înclinată se folosește la prelucrarea capetelor pieselor în vederea sudării și rezultă prin înclinarea aparatelor de tăiat în poziția cerută. Se poate tăia cu două aparate de tăiat, luorînd consecutiv la o distanță minimă între ele, a = $l_{o.t.c.}$ 15 mm, (fig.9.72).

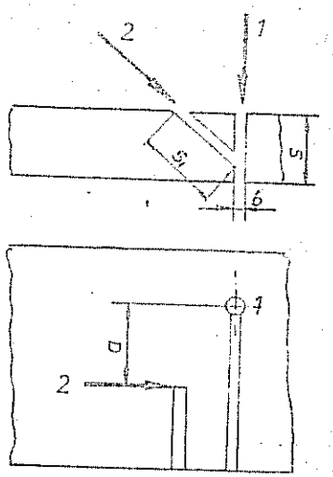


Fig.9.72.

lo.4. Experiment de tăiere oxigaz

După studierea utilajelor pentru tăiere (componența, funcționarea și posibilitățile de reglare) se va urmări execuția demonstrativă a unei tăieturi executate fie cu aparatul pentru tăiere manuală, fie cu mașina de tăiat semiautomat RS - 5. Studenții vor măsura următoarele elemente:

- grosimea materialului de bază;
- diametrul interior și exterior al becului interior al arzătorului pentru tăiere;
- diametrul ajutajului becului exterior al arzătorului de tăiere;

Se va executa o schiță cotată a acestor elemente.

In timpul procesului de tăiere studenții vor cronometra timpul de tăiere t, iar după tăiere vor măsura cu șublerul lungimea tăieturii și lățimea b a acesteia. Se va nota marca materialului tăiat. Se vor face observații asupra calității tăieturii. Se va calcula viteza de tăiere efectivă:

$$v_t = \frac{L}{t} \quad /m/oră/ \qquad (9.36.)$$

În funcţie de grosimea s şi natura materialului de tăiat, din tabelele 9.3o şi 9.31. se aleg elementele regimului de tăiere pentru un semifabricat dat, indicat de cadrele didactice. Se determină forma şi dimensiunile unui şablon necesar, plecînd de la forma şi dimensiunile piesei, folosindu-se relaţia de calcul:

$$d_g = d_p \mp \frac{d - b}{2} \quad /mm/ \qquad (9.37.)$$

în care d_g este o dimensiune oarecare a şablonului;

d_p - dimensiunea piesei (pe fiecare element de contur);

d - diametrul rolei capului magnetic de copiere, măsurată pe dispozitivul de copiere al maşinii RS - 5;

b - lăţimea tăieturii (măsurată).

Semnul „-" este folosit la decuparea cu şablon exterior, iar semnul „+" la utilizarea şablonului interior. La tăierea unor găuri în piese, semnele se inversează.

Tabelul 9.31.

Regimuri de tăiere

Calitatea materialului	Tablă din oţel carbon obişnuit C ≤ 0,25 %				Tablă din oţel carbon slab aliat Cr < 5% Mo < 1%			Oţel cu granulaţie fină			
Grosimea tablei „s" /mm/	15	3o	45	6o	9	25	4o	1o	15	25	3o
Mărimea duzei de tăiere/mm/	1o...3o	1o...3o	3o...6o	3o...6o	3...1o	1o...3o	3o...6o	1o...3o	1o...3o	1o...3o	3o...6o
Distanţa între bec şi tablă /mm/	5				5			4			
Presiunea gazului de preîncălzire /at/	o,2				o,2			o,2			
Presiune oxigen de preîno./at/	2,5				2,5			1,o		2,o	
Presiune oxigen de tăiere /at/	2,5	3,5	4,o	5,o	2,o	3,5	4,o	2,o	2,5	3,o	4,5
Viteza de tăiere /mm/min/	45o	35o	3oo	25o	45o	38o	3oo	29o	24o	2oo	1oo

Se desenează semifabricatul tăiat şi şablonul folosit. Se cotează desenul şablonului cu dimensiunile calculate anterior.

10.5. Comentarii şi concluzii

Se vor face comentarii referitoare la calitatea suprafeţei tăiate, prin prisma abaterilor parametrilor utilizaţi efectiv, faţă de cei recomandaţi.

Se compară suprafeţele unor tăieturi obţinute manual, respectiv semiautomat. Se fac observaţii privind factorii ce determină creşterea calităţii tăieturilor şi a productivităţii muncii la tăiere.

CAPITOLUL 1o

PRELUCRAREA MATERIALELOR PRIN AȘCHIERE PE MAȘINI UNELTE

LUCRAREA NR.19

1. Noțiuni de bază

Prelucrarea materialelor prin așchiere constă în îndepărtarea de pe suprafața semifabricatelor, cu ajutorul sculelor așchietoare, a unor așchii, în scopul obținerii formei, dimensiunilor, și calității suprafeței cerute de desenul de execuție al piesei.

Procesul de așchiere se realizează datorită interacțiunii sculei așchietoare cu semifabricatul (piesa), în condițiile existenței unor anumite proprietăți de prelucrabilitate prin așchiere a materialului, unei anumite capacități de așchiere a sculei, a contactului intim între partea activă a sculei și semifabricat și a unor mișcări relative dintre acestea. Mișcările sînt realizate cu ajutorul unor mecanisme, grupate în așa-numitele „lanțuri cinematice". Acestea realizează practic două categorii de mișcări:

- mișcarea principală, care produce desprinderea așchiilor;
- mișcarea de avans (secundară), prin care se aduc succesiv noi straturi de material în fața tăișului sculei așchietoare, generîndu-se anumite tipuri de suprafețe.

Aceste mișcări pot fi de rotație, translație sau pe traiectorii mai complexe și pot fi efectuate fie de semifabricat (piesă), fie de scula așchietoare (vezi tabelul 1o.1.). Există și mișcări de poziționare la începutul fiecărei faze de așchiere.

Procedeele de prelucrare a materialelor prin așchiere se diferențiază prin felul și poziția mișcărilor semifabricatului (piesei) și a sculei așchietoare (strunjire, frezare, burghiere, rectificare, broșare, rabotare etc.), fiind caracterizate de următorii parametri ai regimului de așchiere: viteza de așchiere (v), viteza de avans, mărimea avansului (s), adîncimea de așchiere (t), tipul și elementele geometrice ale sculelor așchietoare (vezi tabelele 1o.1 și 1o.2), ca și alte elemente.

2. Tema practică

In cadrul lucrării de laborator, studenții vor lua cunoștință cu construcția, părțile componente principale și modul de funcționare a unor tipuri de mașini unelte existente în laborator, ca și cu unele scule, dispozitive, accesorii și verificatoare utilizate la prelucrarea prin așchiere a metalelor pe mașini unelte.

Se vor determina practic unele elemente ale regimurilor de prelucrare prin așchiere.

Scopul lucrării este de a familiariza pe studenți cu construcția și cinematica mașinilor unelte în general, pentru ca în viitor aceștia să poată conduce activități de prelucrare pe mașini unelte, sau să-și însușească mai ușor la cursurile de specialitate, elementele necesare proiectării mașinilor unelte și proceselor tehnologice de așchiere.

3. Utilaje și dispozitive de studiat

3.1. Strungul universal (normal) (fig.1o.1.) este alcătuit în principal, din : batiul (B); electromotorul (EM) asincron trifazat care pune în mișcare atît lanțul cinematic principal (care realizează viteza de așchiere v) cît și lanțurile cinematice de avans și de filetare.

Lanțul cinematic principal cuprinde: cutia de viteze (CV), care se află în păpușa fixă (PF); al cărei ax de ieșire este axul principal (AP) prevăzut cu dispozitivul universal (U) de prindere a pieselor. Lanțul cinematic de avans cuprinde: roțile de schimb (RS) prin care se preia mișcarea

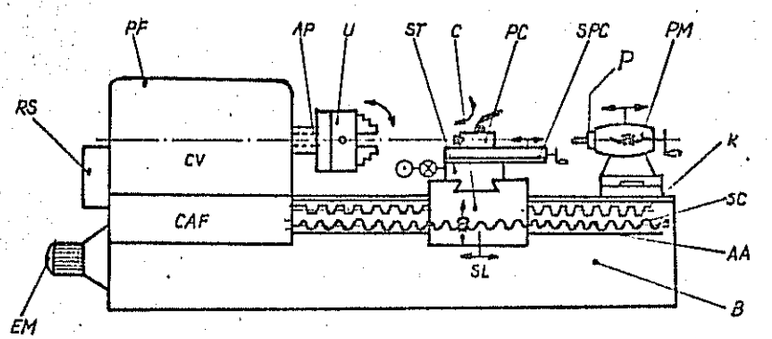


Fig.1o.1. Strungul normal

de la unul din axele cutiei de viteze și care o transmit cutiei de avansuri și filete (CAF), care realizează o gamă de viteze de avans, prin intermediul axului (barei) AA de avansuri saniei longitudinale (SL) a căruciorului (C) și cremalierei (K). Avansul transversal se realizează cu ajutorul sanie transversale (ST) pe care se află o sanie port-cuțit cu acționare manuală și capul port-cuțite (PC). Pentru operațiile de filetare se folosește șurubul conducător (SC) care primește mișcarea de la cutia de avansuri și filete și o transmite, prin intermediul unui mecanism șurub-piuliță, căruciorului.

Pentru piese lungi se folosește prinderea „între vîrfuri", cu ajutorul pinolei (P) care se află în păpușa mobilă (PM). In locașul

pinolei se pot monta burghie, pentru operaţii de găurire pe strung.

3.2. Maşina de frezat FU 32 x 132 A (fig.1o.2.) este alcătuită în principal din: batiul (B), electromotorul (EM1) care pune în mişcare lanţul cinematic principal, ce cuprinde cutia de viteze (CV) şi axul principal (AP), în prelungirea căruia se montează dornul (D) pe care se montează scula aşchietoare (freza) (S).

De la electromotorul EM_2 se transmite mişcarea la cutia de avansuri (CA), dă unde se transmite la sania longitudinală (SL), sania verticală (SV) şi sania transversală (masa) (M) care execută mişcările de avans sau de poziţionare.

Piesa (P) se prinde pe masa maşinii cu ajutorul unor bride şi a canalelor „T" cu care este prevăzută masa.

Maşina este prevăzută cu cap de frezare vertical (CFV) care se poate monta în capătul axului principal, în care caz scula luerează în poziţie verticală (fig.1o.2.b.).

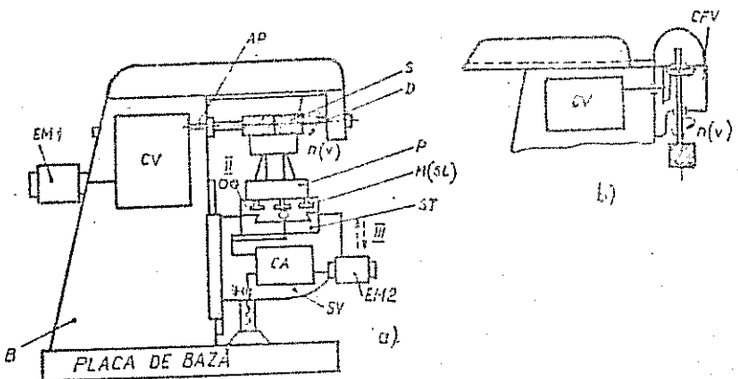


Fig.1o.2. Maşina de frezat FU 32 x 132 A

3.3. In figurile 1o.3....1o.9. se prezintă unele elemente cinematice detaliate ale unor maşini unelte ce vor fi studiate. Semnificaţia semnelor convenţionale ale elementelor cinematice este dată în tabelul 1o.3.

4. Experimente de prelucrare prin aşchiere

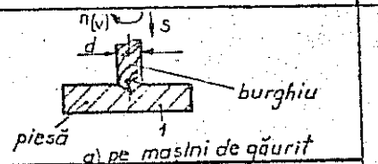
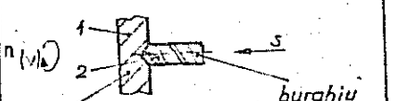
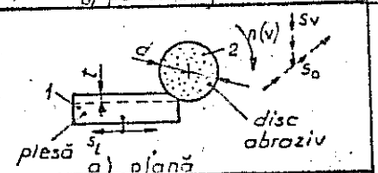
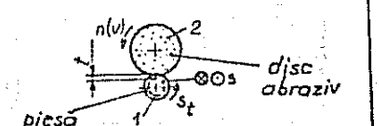
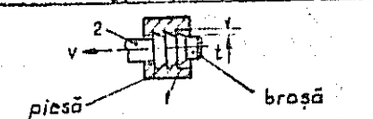
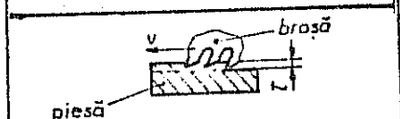
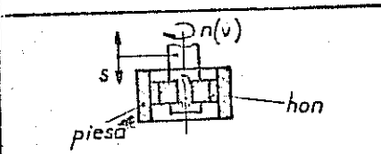
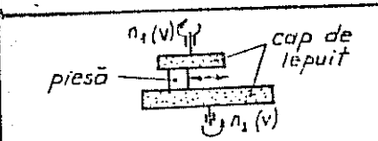
a. Studenţii vor identifica părţile principale componente, mişcările principală şi de avans, precum şi tipurile de scule utilizate la diversele maşini prezentate. Se vor folosi în acest scop figurile 1o.1....1o.9.

Elementele definitorii ale principalelor procedee de prelucrare prin aşchiere

Tabelul 1o.1.

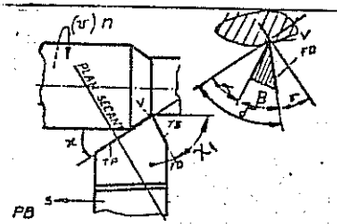
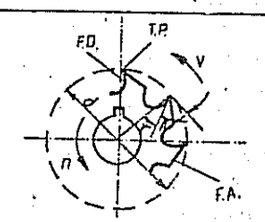
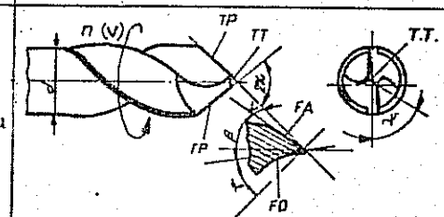
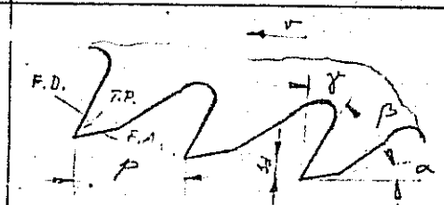
Nr. crt.	Denumirea procedeului de aşchiere	Schema procedeului de aşchiere	Parametrii regimului de aşchiere
0.	1.	2.	3.
1	Strunjire cilindrică	piesa, $V_{(n)}$, s, t, cuţit de strung — a). orizontală; V_n, piesa, cuţit de strung, s, t — b). verticală	$v = \frac{\pi . d . n}{1000}$ (m/min.); s (mm/rot.); t (mm)
2	Rabotare	piesa, t, s, cuţit de rabotat, V_p, V_a — a). pe roboţează; V_a, V_p, cuţit de rabotat, s, t, piesa — b). pe şeping	$v_{activă}$ / $v_{pasivă}$; v_a (m/min); v_p (m/min); s (mm/cursă dublă); t (mm)
3	Mortezare	piesa, V_p, V_a, cuţit de mortezat, s, t	
4	Frezare	piesa, $V_{(n)}$, freza, s_d, $s_m = v_a$ — a). orizontală; n (v), freză, s, t, piesa — b). verticală	$v = \frac{\pi . d . n}{1000}$ (m/min); s_r = (mm/rot); $s_m = s_r . n$ (mm/min) $= v_a$; $s_d = s_r / z$ (mm/dinte); t (mm); t_L (mm)

Tabelul 1o.1.(continuare)

5	Burghiere	 a) pe mașini de găurit  b) pe strung	n (rot/min) $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ (m/min) s (mm/rot)
6	Rectificare	 a) plană  b) rotundă	n (rot/min) $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ (m/min) s (mm/rot.) t (mm) s_t (mm/rot)
7	Broșare	 a) interioară  b) exterioară	v (m/min) t (mm) $s_d = \frac{t}{2}$ (mm/dinte)
8	Honuire		v (m/min) s (m/rot) n (rot/min)
9	Lepuire		v (m/min) t (mm) n_1, n_2 (rot/min)

Elemente geometrice de bază ale sculelor aşchietoare

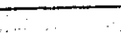
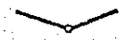
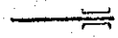
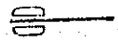
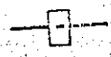
Tabelul 1o.2

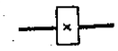
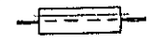
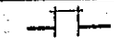
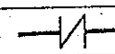
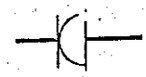
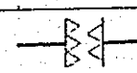
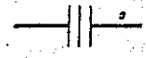
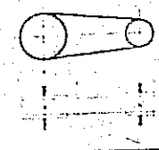
Nr. crt.	Denumirea sculei	Elementele geometrice ale sculelor aşchietoare	Relaţii de calcul
o	1	2	3
1.	Cuţit de strung		FAP ∩ FD = TP FAS ∩ FD = TS TP ∩ TS = V $\hat{\alpha}+\hat{\beta}+\hat{\gamma} = 90^o$ $\hat{\delta} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}$; $\hat{\delta}$ (degajare) $\hat{\alpha} = 5^o...12^o$ (aşezare) $\hat{\delta} = 1o^o...3o^o$ $\hat{\chi} = 3o^o...4o^o$ (de s_T faţă principală) $\hat{\chi}_1 = 45$ (de atac secundar) $\hat{\beta}$ -(de ascuţire)
2.	Freză		FA-faţa de aşezare FD-faţa de degajare d -diametrul frezei $\hat{\alpha}$ -unghi de aşezare $\hat{\beta}$ -unghi de ascuţire $\hat{\gamma}$ -unghi de degajare $\hat{\alpha}+\hat{\beta}+\hat{\gamma} = 90^o$ $\hat{\gamma} = o^o...2o^o$.
3.	Burghiu		$\hat{\alpha}+\hat{\beta}+\hat{\gamma} = 90^o$ $2\hat{\chi} = 7o^o...75^o$ $\hat{\gamma} = 55^o$
4.	Broşă		F.A.-faţa de aşezare F.b.-faţa de degajare $\hat{\alpha}+\hat{\beta}+\hat{\delta} = 90^o$ $\hat{\alpha} = 1^o...2o^o$ $\hat{\gamma} = 5^o...15^o$ T.P.-tăişul principal. s_d - avansul pe dinte p - pasul broşei

T.P. - tăiş principal; T.S.-tăiş secundar; T.T.-tăiş transversal

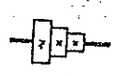
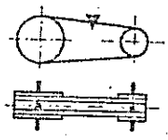
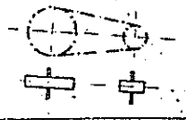
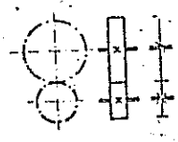
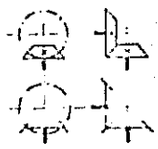
Tabelul 1o.3.

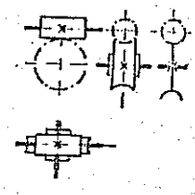
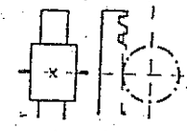
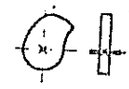
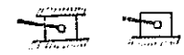
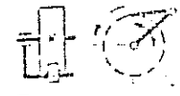
SEMNE CONVENȚIONALE PENTRU SCHEME CINEMATICE (EXTRAS DIN STAS 1543-62)

Nr	Denumire	Semn convențional
1	Arbore, ax, osie, tijă	
2	Reazem fix	
3	Îmbinare rigidă	
4	Îmbinare cu articulație	
5	Îmbinare cu articulație pe reazem fix, cu mișcare în plan	
6	Lagăr cu alunecare și cu rostogolire radial (semn general)	
7	Lagăr cu alunecare radial	
8	Lagăr cu alunecare radial oscilant	
9	Lagăr cu rostogolire (rulment) radial (semn general)	
10	Piesă îngustă, liberă pe arbore	

Nr.	Denumire	Semn convențional
11	Piesă îngustă, fixă pe arbore	
12	Piesă glisantă pe arbore	
13	Cuplaj rigid	
14	Cuplaj elastic	
15	Cuplaj articulat	
16	Cuplaj telescopic	
17	Ambreiaj cu dinți	
18	Ambreiaj cu fricțiune	
19	Transmisie cu curea lată, directă	

Tabelul 1o.3.- continuare

Nr.	Denumire	Semn convențional
20	Con în trepte, fix pe arbore	
21	Transmisie cu curea trapezoidală	
22	Transmisii cu lanț (semn general)	
23	Angrenaje paralele cilindrice exterioare	
24	Angrenaje concurente conice	

Nr.	Denumire	Semn convențional
25	Angrenaje încrucișate, melcate cu melc cilindru	
26	Angrenaje cu cremalieră	
27	Came-disc cu mișcare de rotație	
28	Culisă într-un ghidaj fix	
29	Mecanism cu clichet în sens unic	

Tabelul lo.3 - continuare

Nr.	Denumire	Semn convenţional
30	Arbore principal cu vîrf de centrare	
37	Arbore principal cu universal	
38	Arbore principal cu bucşă elastică de strîngere	
39	Arbore principal pentru maşini de frezat	
40	Motor electric (semn general)	
41	Motor electric cu talpă	
30	Mecanism cu clichet în ambele sensuri	
31	Şurub conducător	
32	Pîrghie cu şurub conducător	
33	Pîrghie sectionată (cuplabilă) cu şurub conducător	
34	Manivelă	
35	Roată de mînă	

b. Se vor desena: <u>schiţele pieselor</u> ce se execută în cadrul demonstraţiilor efectuate de tehnicieni şi schiţele unor dispozitive folosite în timpul prelucrărilor. Se vor folosi în scopul clarificării acestor probleme figurile lo.lo şi lo.ll.

c. Se va demonstra <u>modul de reglare a turaţiilor şi avansurilor</u> (respectiv paşii filetelor) pe diferite maşini unelte prezentate.

d. Studenţii vor verifica şi nota anumite <u>dimensiuni (cote) realizate practic</u>, comparîndu-le cu cele trecute pe desen, vor aprecia <u>calitatea suprafeţelor</u> realizate.

e. Se vor determina parametrii regimului de aşchiere efectiv realizaţi la strunjire şi frezare: viteza de aşchiere (a mişcării principale) v, viteza v_a de avans (viteza mişcării de avans), mărimea avansului s şi adîncimea de aşchiere t.

Pentru turaţia reglată la o anumită prelucrare (pe strung sau pe maşina de frezat) se va calcula viteza de aşchiere corespunzătoare turaţiei n a elementului care execută mişcarea principală, cu relaţia:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \qquad [m/min] \qquad \text{(lo.1.)}$$

în care diametrul d (al piesei, respectiv al frezei) se introduce în mm.

Se va calcula viteza de avans v_a:

$$v_a = \frac{L}{t_p} \qquad [mm/min] \qquad \text{(lo.2.)}$$

In relaţia de mai sus L este lungimea deplasării rectilinii relative între piesă şi sculă: la strunjire este lungimea generatoarei prelucrate în timpul t_p /min/, iar la frezare L este lungimea spaţiului parcurs de piesă în timpul t_p, în raport cu poziţia fixă a axei sculei. Timpul t_p se va cronometra de către studenţi.

Mărimea avansului la strunjire se calculează cu relaţia

$$s = \frac{L_1}{n} \qquad [mm/rot] \qquad \text{(lo.3.)}$$

în care L_1 este lungimea generatoarei cilindrice, conice sau frontale realizate într-un minut, iar n este turaţia piesei [rot./min].

La frezare, „avansul pe rotaţie" s_r este dat de relaţia

$$s_r = \frac{v_a}{n} \qquad [mm/rot.] \qquad \text{(lo.4.)}$$

în care n este turaţia frezei [rot./min], iar „avansul pe dinte", s_d

$$s_d = \frac{s_r}{z} = \frac{v_a}{z \cdot n} \quad [mm/dinte], \qquad (1o.4.)$$

în care z este numărul de dinţi ai frezei.

In mod similar se vor determina mărimile v şi v_a la celelalte prelucrări demonstrate practic.

Adîncimea de aşchiere t, a stratului de material îndepărtat la un moment dat de sculă, se va determina prin măsurare.

Studenţii vor reţine că alegerea valorilor optime ale parametrilor regimului de aşchiere este o problemă complexă, ce se însuşeşte la cursurile de specialitate, de către studenţii secţiei TCM.

Valori orientative ale parametrilor regimurilor de aşchiere la strunjire şi frezare (care sînt cele mai frecvent utilizate prelucrări) sînt prezentate în tabelele 1o.4.÷1o.7.

Ele se corectează de la caz la caz, cu coeficienţi ce ţin cont de diferenţe întfe condiţiile de lucru pentru care au fost întocmite tabelele şi condiţiile reale, particulare.

In tabelul 1o.8. se prezintă un exemplu de generare pe strung a suprafeţelor unei piese de revoluţie şi sculele ce pot fi folosite în acest scop, în diversele faze ale prelucrării, într-o singură operaţie, din două prinderi.

Tabelul 1o.4.

Felul prelucrării	Materialul de prelucrat	Adîncimea de aşchiere, în (mm)	Avansul (mm/rot.)	Viteza de aşchiere în (m/min.)
Degroşare	Oţel moale şi semidur cu $R_m \leq 7odaN/mm^2$	2...1o	o,5-1,o	24o-12o
	Oţel dur, cu $R_m > 7odaN/mm^2$	2...1o	o,5-1,o	15o-8o
	Oţel rapid, călit	1...1o	o,5-1,o	4o-3o
Finisare	Oţel moale şi semidur cu $R_m \leq 7odaN/mm^2$	o1...3	o,1-o,4	4oo-2oo
	Oţel dur, $R_m > 7odaN/mm^2$	o1...3	o,1-o,4	24o-12o

Valorile vitezelor de aşchiere cuprinse în tabelul de mai sus se corectează cu coeficienţi de corecţie între 1 şi o,2 în funcţie de mărimea pieselor şi a maşinilor folosite la prelucrare, ca şi în funcţie de tipul sculelor folosite, rigiditatea acestora ş.a.

Tabelul 1o.5

Viteze de aşchiere pentru frezare, în m/min

Materialul prelucrat	Frezare frontală			Frezare cilindrică		
	I	II	III	I	II	III
Oţel laminat cu σ_r = 35-45 / 5o-6o / 6o-8o / 8o-1oo daN/mm²	4o-2o / 35-18 / - / 2o-1o	22-18 / 18-14 / 14-2o / 1o-6	- / - / - / -	18-16 / - / - / 2o-1o	26 / 2o / 14 / 1o	18 / 14 / 1o / 6
Oţel turnat - moale / - semidur / - dur	- / - / -	18-15 / 14-12 / 18-8	- / - / -	- / - / -	18-13 / 14-12 / 1o-8	- / 12-6 / -
Oţel pt.scule	-	1o-4	-	-	15-1o	1o-4
Fontă cenuşie - moale / - dură / - semidură	- / - / 5o-25	18-16 / 1o-6 / 14-12	- / - / -	- / - / 5o-25	18-16 / 1o-8 / 14-12	- / - / 14-6
Fontă maleabilă - moale / - semidură / - dură	- / - / -	18-15 / 12-14 / 1o-8	- / - / -	- / - / -	18-16 / 14-12 / 1o-8	- / 14-6

Observaţie: I-Valori pentru maşini-unelte cu capacitate mare de producţie şi scule din oţeluri rapide superioare; II-valori pentru maşini-unelte normale şi scule din oţeluri rapide obişnuite; III- valori pentru maşini-unelte normale şi scule din oţeluri carbon de scule de calitate superioară.

Tabelul 1o.6

Avansuri la strunjirea exterioară de degroşare

Materialul de prelucrat	Diametrul în mm pînă la	Cuţite armate cu plăcuţe din carburi metalice			Cuţite din oţel rapid		
		Adîncimea de aşchiere (mm)					
		3	5	8	3	5	8
		Avansul, în mm/rot					
Oţel carbon şi oţel aliat pentru constr. de maş.	2o	o,3-o,4	-	-	o,3-o,4	-	-
	4o	o,5-o,4	o,3-o,4	-	o,4-o,6	-	-
	6o	o,5-o,9	o,4-o,8	o,3-o,7	o,6-o,8	o,5-o,8	o,4-o,6
	1oo	o,6-1,2	o,5-1,1	o,5-o,9	o,7-1,1	o,6-1,o	o,6-o,9
	4oo	o,8-1,2	o,7-1,o	o,6-o,8	o,7-1,1	o,6-1,o	o,6-o,9
	6oo	1,2-1,4	1,o-1,2	o,8-1,o	1,2-1,4	1,1-1,4	1,o-1,2
	1ooo	1,2-1,5	1,1-1,5	o,9-1,2	-	-	-
	25oo	1,3-2,o	1,3-1,8	1,2-1,6	-	-	-

Tabelul 10.7

Avansuri pentru frezare frontală cu freze din oțel rapid

Diametrul frezei în mm	Oțel carbon				Fontă			
	Adîncimea de așchiere, în mm, pînă la:							
	3	5	8	12	3	5	8	12
	Avansul pe dinte, în mm/dinte							
Degroșare								
60								
75	0,060	0,045	0,035	-	0,120	0,095	0,055	-
80								
90	0,075	0,055	0,045	-	0,155	0,115	0,095	-
100	0,060	0,045	0,035	-	0,120	0,090	0,055	-
110	0,075	0,055	0,045	-	0,155	0,115	0,095	-
125	0,095	0,070	0,055	0,045	0,190	0,145	0,115	0,090
160	0,120	0,085	0,070	0,055	0,240	0,175	0,150	0,115
200	0,150	0,105	0,090	0,070	0,300	0,215	0,185	0,145
250	0,205	0,105	0,120	0,095	0,410	0,305	0,240	0,195

Diametrul frezei în mm	Rugozitatea suprafeței Ra, în μm	Oțel cu σ_r, daN/mm²		Fontă cu HB	
		≤ 65	> 65	≤ 190	> 190
		Avansul pe dinte, în mm/dinte			
Finisare					
40	3,2	0,030	0,045	0,065	0,100
	1,6	0,010	0,020	0,065	0,040
50	3,2	0,035	0,050	0,075	0,110
	1,6	0,010	0,020	0,030	0,045
60	3,2	0,035	0,050	0,075	0,010
	1,6	0,010	0,020	0,030	0,045
75	3,2	0,040	0,060	0,085	0,070
	1,6	0,015	0,025	0,035	0,050
80	3,2	0,080	0,115	0,160	0,225
	1,6	0,030	0,045	0,070	0,100
90	3,2	0,045	0,060	0,095	0,080
	1,6	0,020	0,025	0,040	0,055
100	3,2	0,100	0,145	0,195	0,260
	1,6	0,045	0,060	0,095	0,125
110	3,2	0,050	0,070	0,105	0,140
	1,6	0,020	0,025	0,045	0,060
125	3,2	0,080	0,130	0,185	0,245
	1,6	0,035	0,055	0,080	0,101
160	3,2	0,080	0,115	0,165	0,215
	1,6	0,030	0,045	0,070	0,095
200	3,2	0,060	0,090	0,115	0,130
	1,6	0,025	0,035	0,060	0,075
250	3,2	0,050	0,070	0,100	0,135
	1,6	0,020	0,030	0,040	0,055

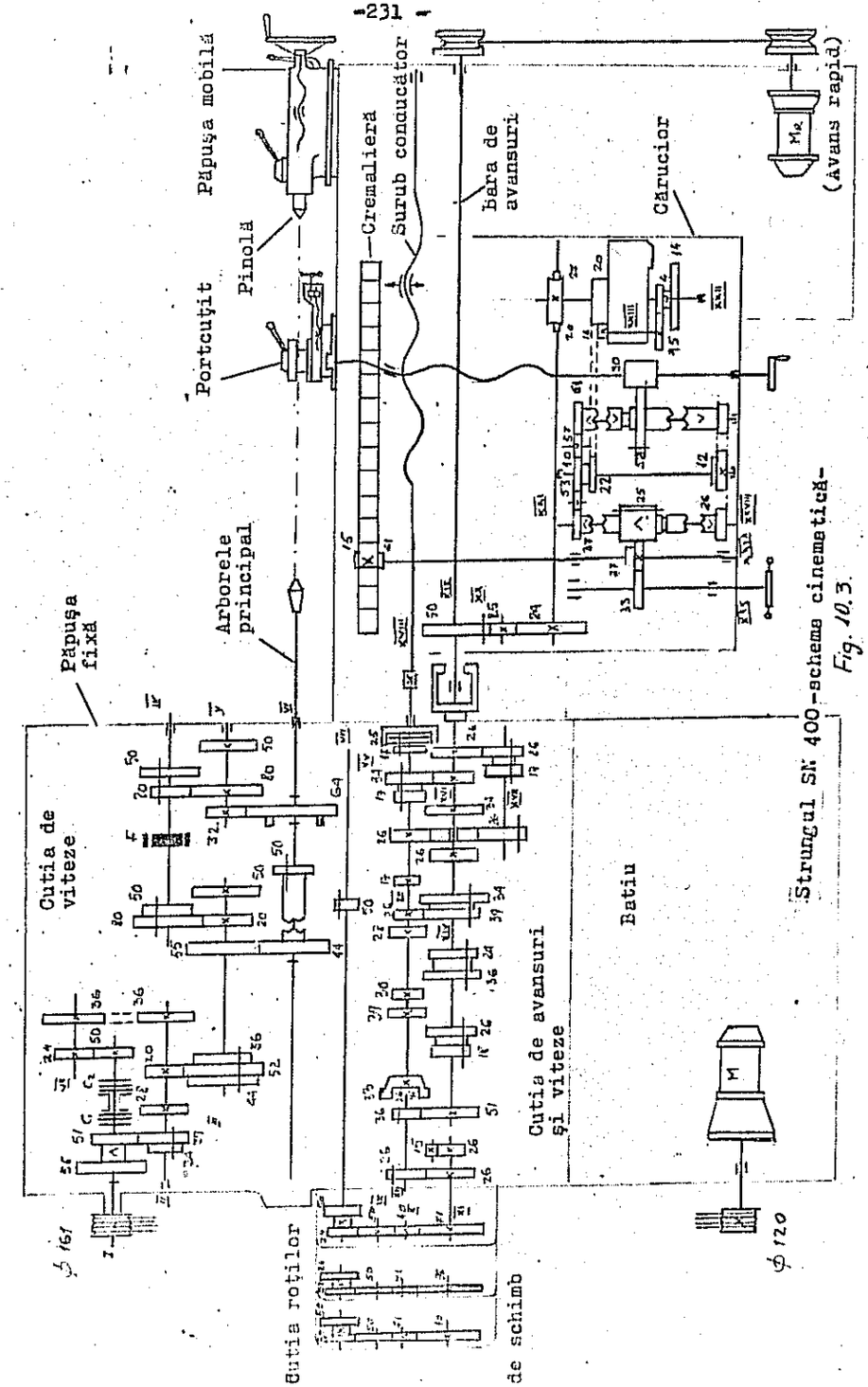
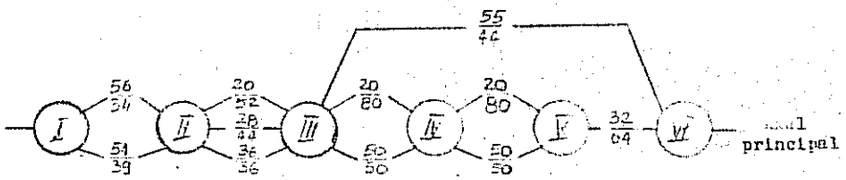
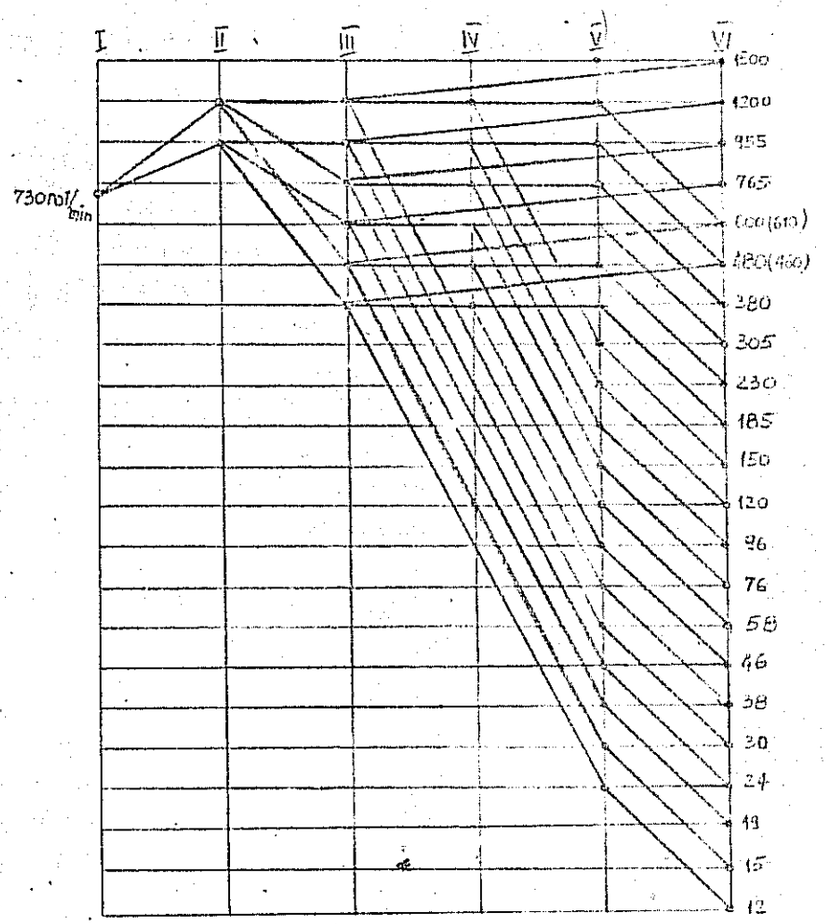


Fig. 10.3.

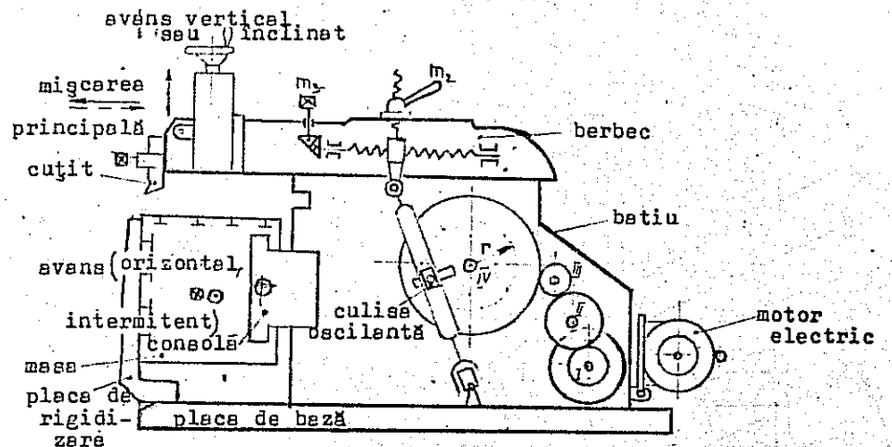


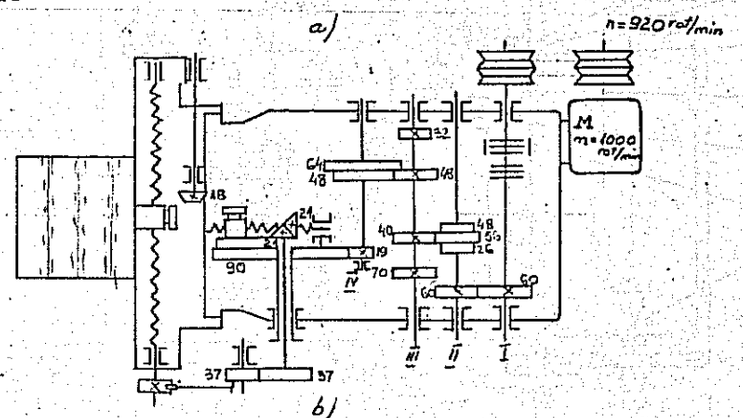
a) Schema fluxului cinematic la strungul SN 400



b) Diagrama turațiilor strungului SN 400

Fig.10.4





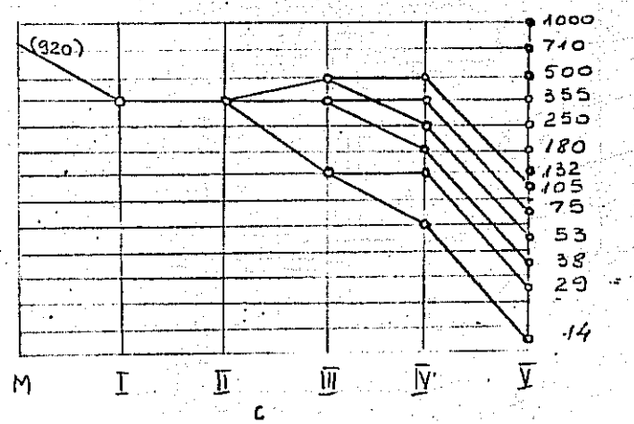


Fig.10.5-Cinematica șepingului S425-C

a,b schema cinematică ;c diagrama turațiilor

INSTITUTUL POLITEHNIC BIBLIOTECA

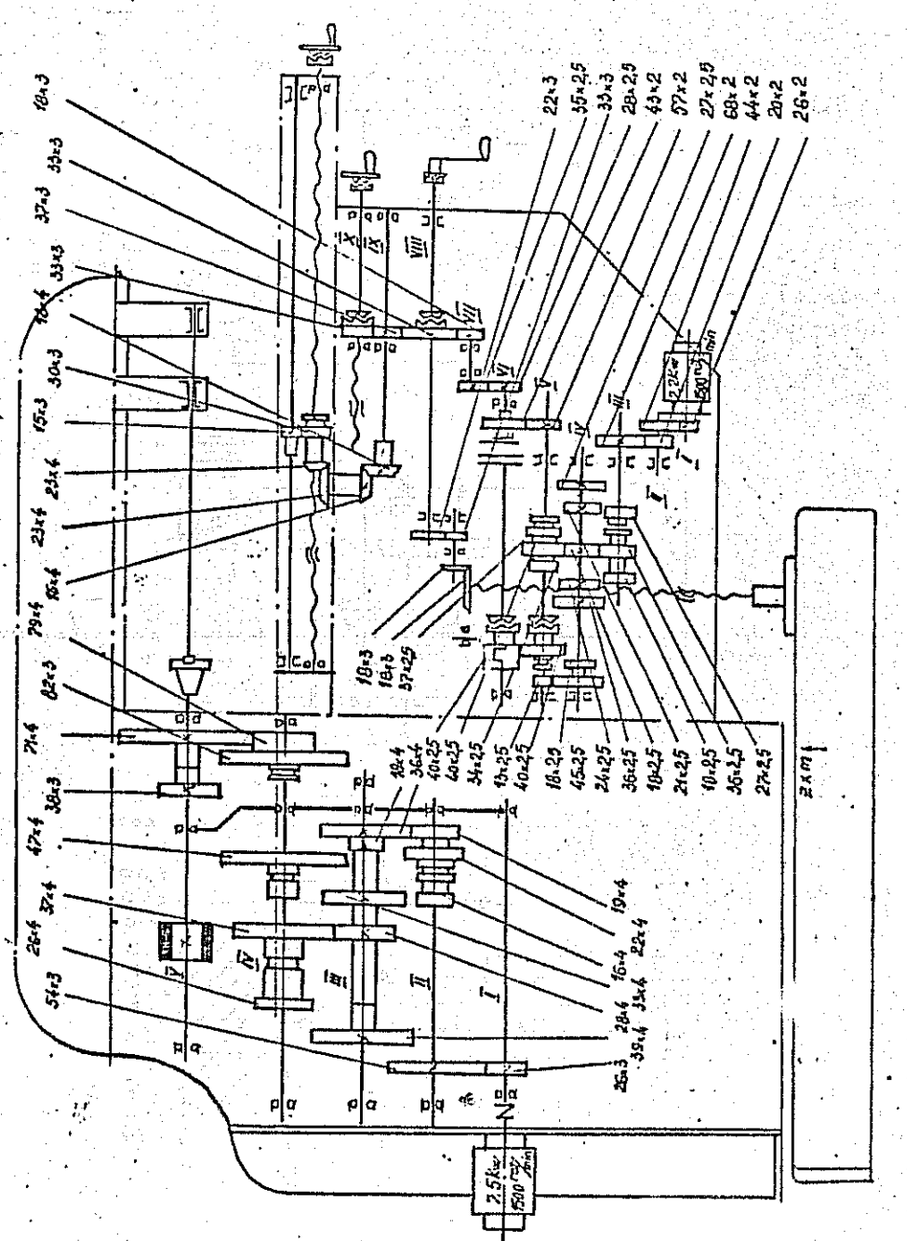
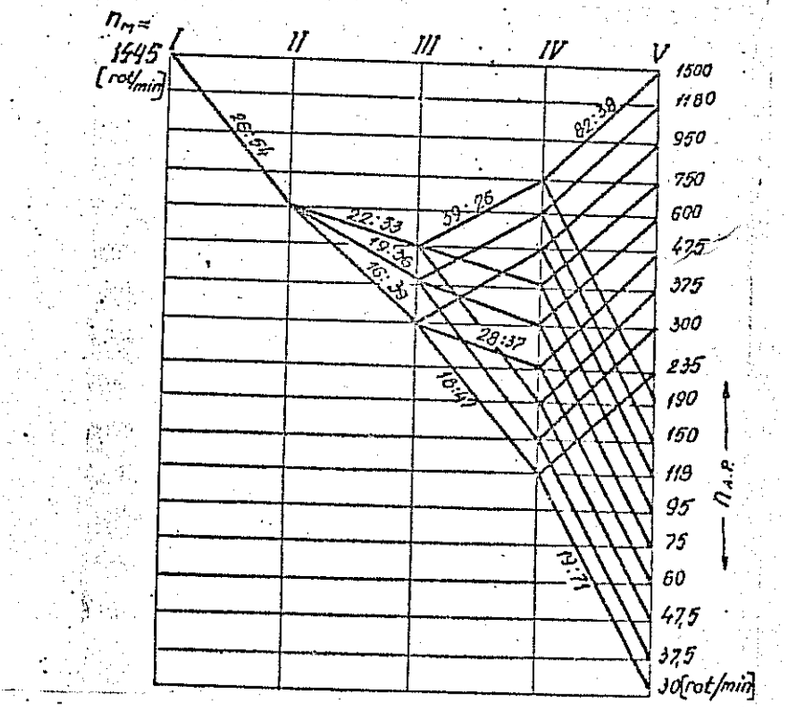
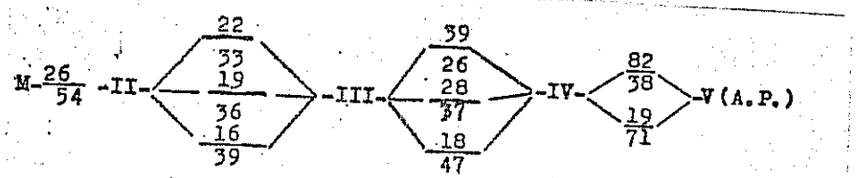


Fig.1o.6 Schema cinematică a mașinii de frezat FU 32x132A

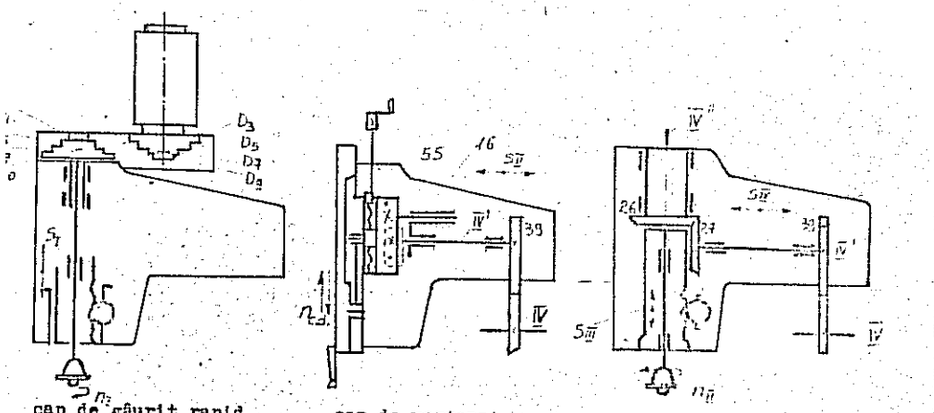


a) diagrama turațiilor



b) schema fluxului cinematic

Fig.1o.7 Diagrama turațiilor și schema fluxului cinematic la mașina de frezat universală FU 32x132A



cap de frezat orizontal

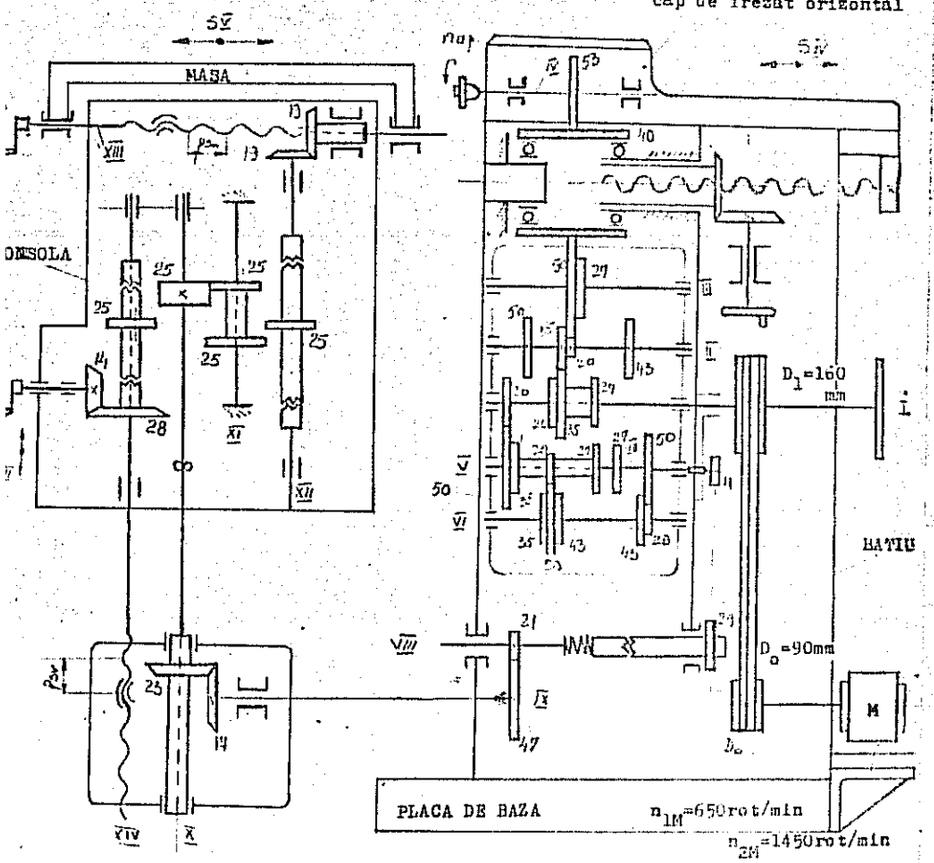
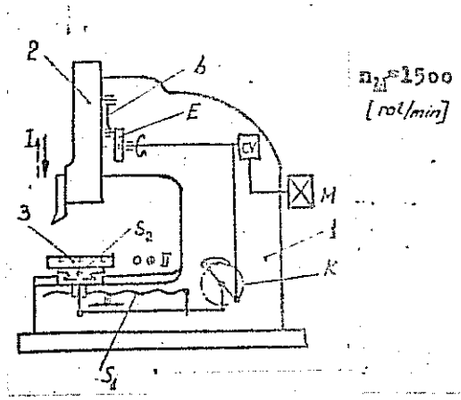
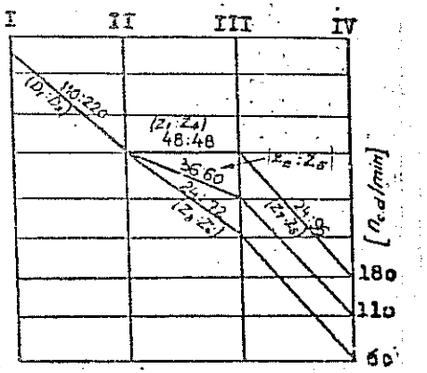


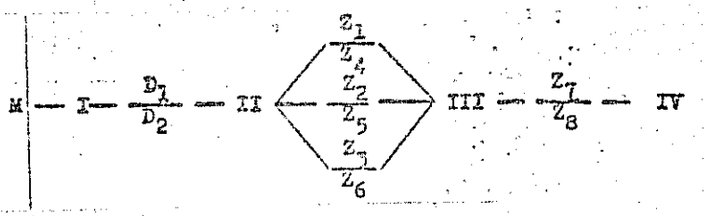
Fig.10.8 -MASINA DE FREZAT F.U.S.-200P



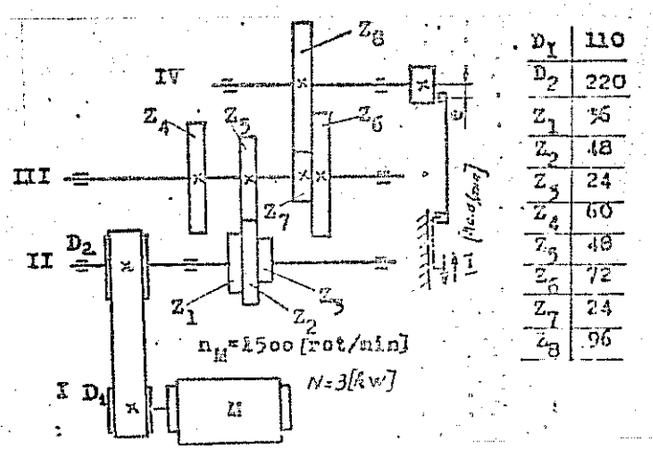
a) Schema cinematică generală



b) Diagrama turaţiilor cutiei de viteze



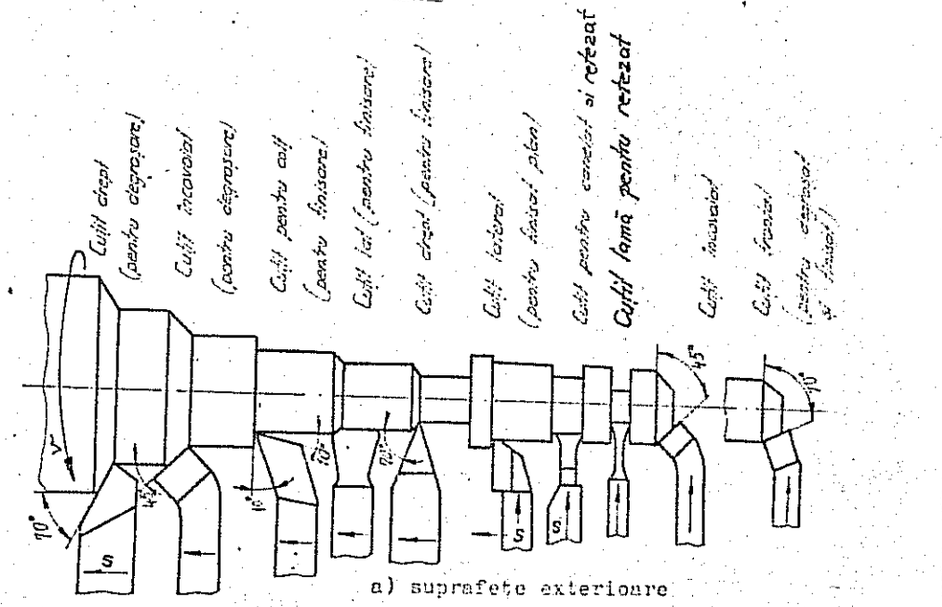
c) Ecuaţia lanţului cinematic principal



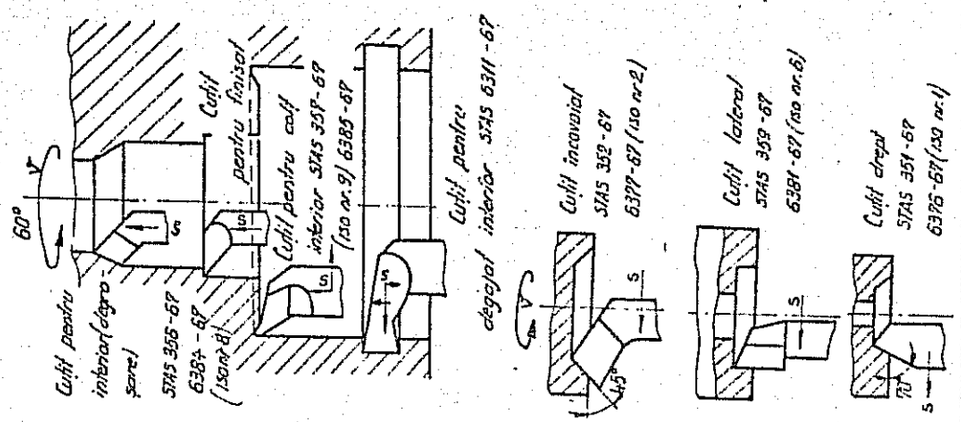
D_1	110
D_2	220
Z_1	36
Z_2	48
Z_3	24
Z_4	60
Z_5	48
Z_6	72
Z_7	24
Z_8	96

d) Schema cinematică a cutiei de viteze (CV)

Fig.10.9. Regim de mortezat



a) suprafețe exterioare


60°
Cuțit pentru întors la degroșare STAS 356-67 6384-67 (tipul B)
Cuțit pentru finisat
Cuțit pentru colț interior STAS 357-67 (tip nr.9) 6385-67
Cuțit pentru degajat interior STAS 6311-67
Cuțit încovoiat STAS 352-67 6377-67 (tip nr.2)
Cuțit lateral STAS 353-67 6381-67 (tip nr.6)
Cuțit drept STAS 351-67 6376-67 (tip nr.1)
45°
90°
S

b) suprafețe interioare

Fig.10.10 Tipuri de prelucrări și scule utilizate la strunjire.

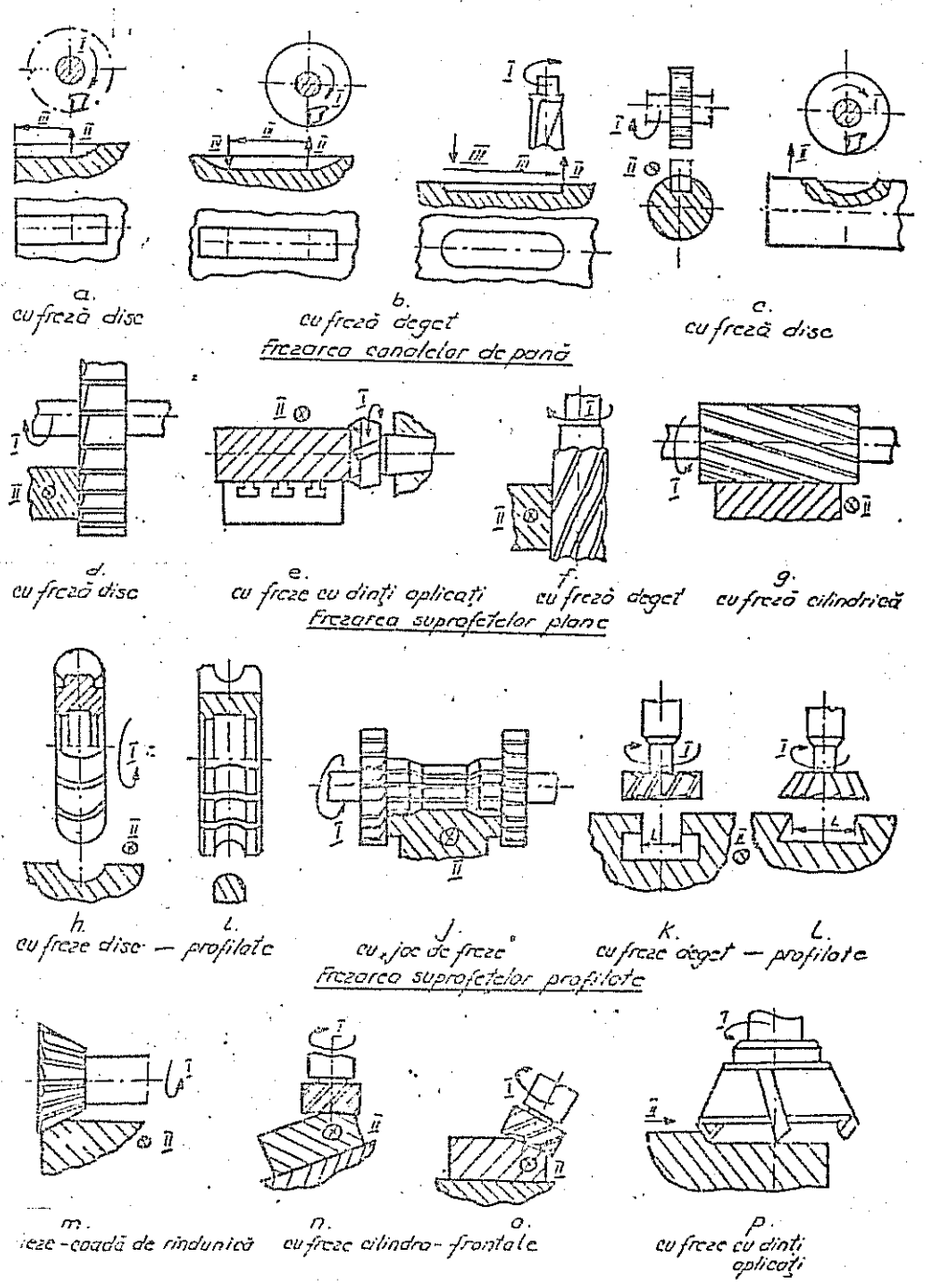
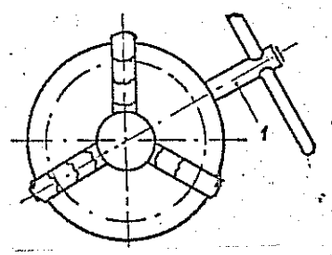
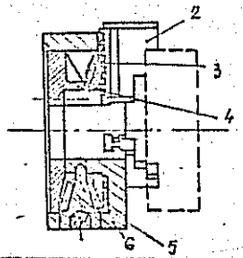


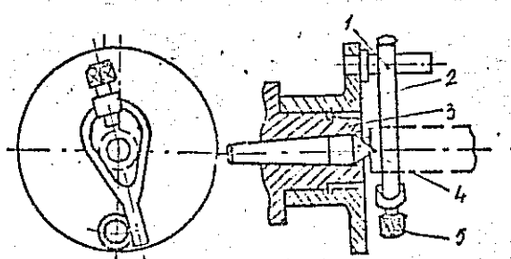
Fig. 10.11 Tipuri de suprafețe prelucrate prin frezare și sculele folosite

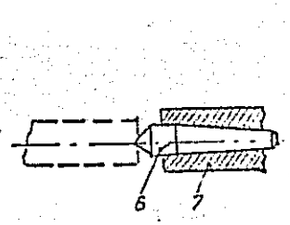




1-cheie
2-fălci
3-dantură conică
4-spirală
5-pinion
6-corp

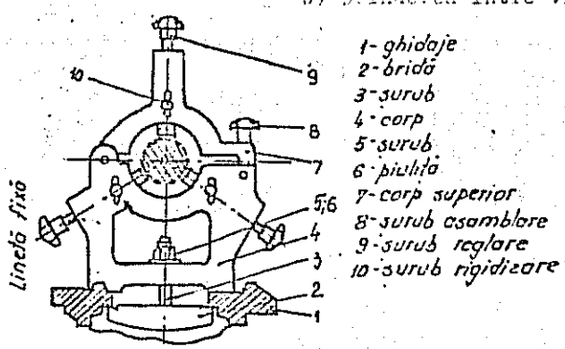
a) prinderea în dispozitivul universal





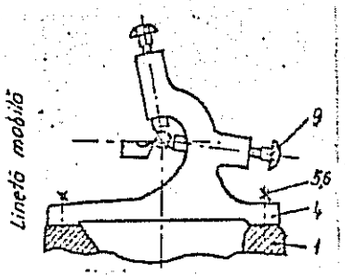
1-inimă de antrenare
2-flanșă
3-ax principal
4-vîrf
5-șurub
6-vîrf
7-pinolă

b) prinderea între vîrfuri



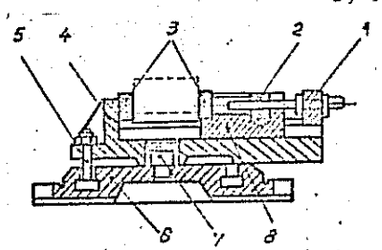
1-ghidaje
2-bridă
3-șurub
4-corp
5-șurub
6-piuliță
7-corp superior
8-șurub asamblare
9-șurub reglare
10-șurub rigidizare

Lunetă fixă



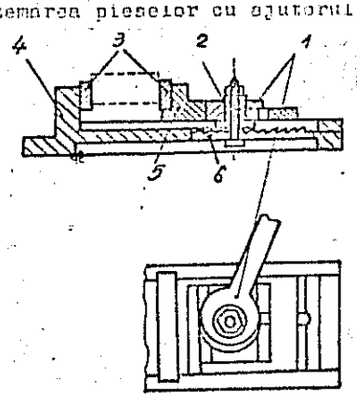
Lunetă mobilă

c) rezemarea pieselor cu ajutorul lunetelor



menghină cu șurub

1-șurub
2-piuliță
3-fălci
4-corp
5-șurub
6-placă de bază
7-știft
8-glisieră



1-excentric
2-ax
3-fălci
4-corp
5-glisieră
6-rigle de reazem

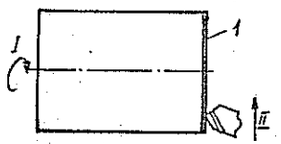
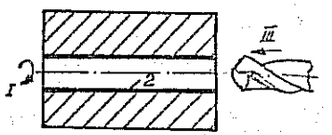
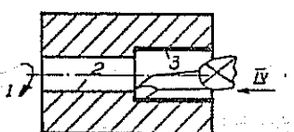
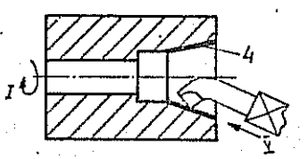
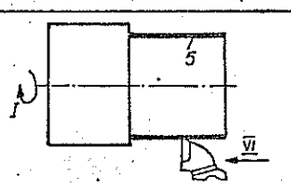
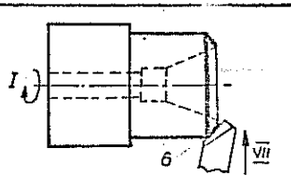
d. prinderea în menghină menghină cu excentric

Fig. 10.12 Prinderea pieselor cu mai multe

Tabelul 10.8.

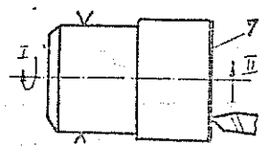
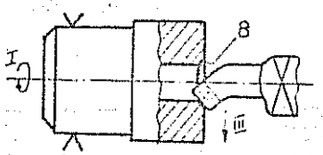
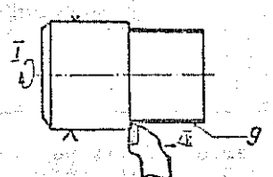
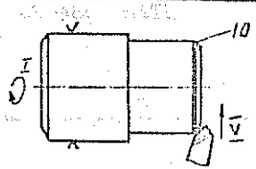
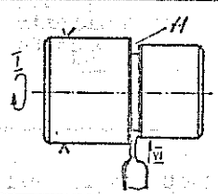
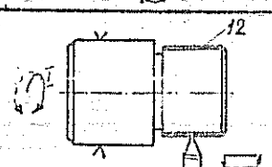
Exemplu de prelucrare a unei piese pe strungul normal

a) Prinderea nr.1.

Nr. faze	Schița prelucrării	Conținutul fazei	Scule utilizate
1.		Prelucrarea suprafeței frontale 1	Cuțit drept pentru degroșat STAS 6376-80
2.		Găurirea cu burghiul a suprafeței 2	Burghiu elicoidal STAS 4566-79
3.		Strunjire interioară cilindrică 3	Cuțit pentru colț interior STAS 6384-80
4.		Strunjire conică interioară, suprafața 4	Cuțit pentru colț interior STAS 6384-80
5.		Strunjire cilindrică exterioară, suprafața 5	Cuțit lateral STAS 6381-80
6.		Teșirea suprafeței 6	Cuțit drept pentru degroșat STAS 6376-80

Tabelul lo.8.(continuare)

b) Prinderea nr.2.

Nr. faze	Schiţa prelucrării	Conţinutul fazei	Scule utilizate
1.		Strunjirea frontală a supraf.7 la lungimea prescrisă a piesei	Cuţit drept pt.degroşat STAS 6376-8o
2.		Teşirea suprafeţei interioare 8	Cuţit pentru interior STAS 6384-8o
3.		Strunjirea cilindrică a suprafeţei 9	Cuţit lateral STAS 6381-8o
4.		Teşirea suprafeţei exterioare lo	Cuţit drept pt.degroşat STAS 6376-8o
5.		Strunjire canal de degajare 11	Cuţit pentru retezat STAS 353-67
6.		Filetare cu cuţitul a filetului exterior 12	Cuţit pentru filetat. STAS 6312-8o

5. Comentarii şi concluzii

Se vor analiza cauzele care au dus la realizarea unor eventuale diferenţe între cotele propuse a se realiza, trecute pe desenul piesei şi cotele reale măsurate de studenţi pe piesa executată.

Se vor face observaţii privind calitatea şi precizia suprafeţelor obţinute prin aşchiere prin comparaţie cu alte metode de obţinere a pieselor şi semifabricatelor.

Se vor evidenţia următoarele elemente:

- mărimea dimensiunilor suprafeţelor exterioare şi interioare ale semifabricatului faţă de ale piesei finite;
- factorii care influenţează prelucrabilitatea prin aşchiere şi productivitatea;
- factorii ce influenţează uzura sculei aşchietoare;
- factorii ce influenţează rugozitatea suprafeţelor şi compararea rugozităţilor obţinute prin diferite procedee de prelucrare;
- factorii de care trebuie să se ţină cont la alegerea regimurilor de aşchiere şi la alegerea sculelor aşchietoare;
- avantajele şi dezavantajele prelucrărilor prin aşchiere.

CAPITOLUL 11

PRELUCRARI CU FASCICOL L A S E R

LUCRAREA NR. 20

1. Noţiuni de bază

La prelucrare cu fascisol laser, aceste este focalizat pe o suprafaţă foarte mică a piesei de prelucrat, ceea ce produce o densitate mare de putere: de ordinul a 5.10^4-10^{16} w/cm^2. Aceste densităţi mari realizate în focarul unei lentile fac ca orice material cunoscut (inclusiv materiale ca diamant, rubin, aliaje dure, materiale cermaice, etc.) să poată fi topite şi (sau) vaporizate. Temperatura în această zonă poate ajunge la 18000°K. La prelucrări se utilizează laseri al căror fascicol este generat continuu şi laseri ce lucrează în impulsuri.

In fig.11.1 sînt prezentate cîteva dintre prelucrările ce pot fi realizate cu lasere cu impulsuri precum şi principalii parametri tehnologici.

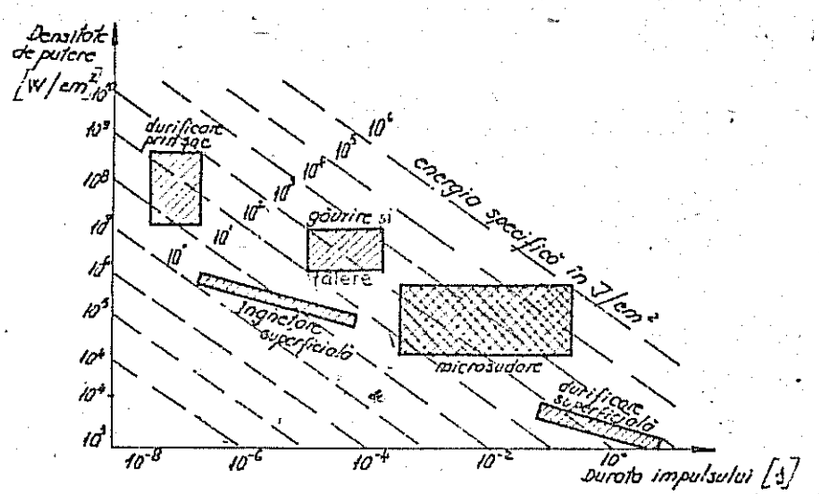


Fig. 11.1

Cu laserele cu fascicol continuu pot fi realizate tăieri, suduri, prelucrări de canale, trasări de reticule, tratamente termice şi altele.

2. Tema practică

Insuşirea cunoştinţelor legate de construcţia generală şi utilizarea laserelor, ca şi modul de stabilire anticipată a parametrilor regimului de prelucrare.

3. Instalaţii de studiat :

3.1. Laseri cu impulsuri.

In fig.11.2 este prezentată schema unui laser cu mediu activ solid ce lucrează în impulsuri.

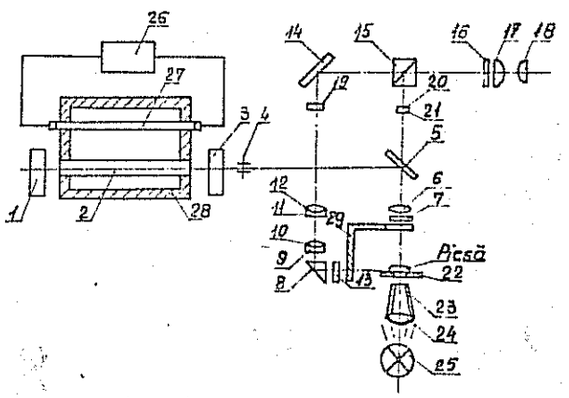


Fig. 11.2

1,3 oglinzi rezonator; 2-mediu activ; 4-diafragmă; 5-oglindă interferenţă; 6-obiectiv; 7-protecţie obiectiv;8-prismă rabatabilă;9,1o-obiectiv; 11,12-obiectiv;13-sticlă de protecţie;14-oglindă; 15-prismă de dispersie a luminii;16-reticul; 17,18-ocular; 19-componenta negativă;2o-21-lentile acromatice; 22-masă;23- con tubular;24-lentilă condensator;25-lampă iluminat;26-sursă de alimentare; 27-lampă de excitaţie;28-cavitate.

b) Capetele laser au o construcţie complexă, îndeplinind în acelaşi timp rolul de electrozi şi de suporţi ai oglinzilor ce închid cavitatea rezonantă. Oglinzile 5 sînt montate în casetele 6 care au pereţi dubli pentru a permite circulaţia agentului de răcire. Asigurarea paralelismului oglinzilor 5 se face cu ajutorul şuruburilor de reglaj 7. Una din oglinzi prezintă un orificiu central pentru a permite fascicolului laser să părăsească cavitatea rezonantă. Închiderea cavităţii este realizată de fereastra 8 confecţionată din monocristal de NaCl, sau alt material transparent pentru lungimea de undă a radiaţiei de 10,6 μm.

Mediul activ este compus din trei componenţi gazoşi : CO_2, N_2 şi He proporţia dintre acestea fiind determinantă la obţinerea puterii nominale a instalaţiei. Fenomenul laser se produce prin descărcarea electrică în mediul gazos, care, prin rezonanţa oscilaţiilor descărcării devine mediu amplificator. Descărcarea se realizează prin intermediul a doi electrozi cilindrici din aluminiu 9, prevăzuţi cu pereţi dubli şi cu flanşe, necesare la fixarea şi etanşarea tubului cavităţii rezonante.

c) Instalaţia de vid este necesară pentru evacuarea aerului din cavitatea rezonantă în vederea realizării în aceasta a amestecului gazos ce constituie mediul activ. Ea se compune din agregatul de vid 12 racordat la capul laser de extracţie a fascicolului prin racordul 10. Robinetele 31 şi 32 fac legătura agregatului cu atmosfera respectiv cu capul laser de extracţie. Manometrul diferenţial 13 măsoară iniţial vidul realizat în cavitatea rezonantă (robinetul 33 fiind deschis) iar apoi presiunile componentelor gazoase ale mediului activ (robinetul apoi presiunile componentelor gazoase ale mediului activ (robinetul 33 fiind închis), admise în tub succesiv prin recordul 11.

Alimentarea cu gaze se realizează din buteliile 14 prevăzute cu robinetele 34 prin intermediul reductoarelor de presiune 15 prevăzute cu manometrele de înaltă, respectiv joasă presiune 16. Robinetele 17 servesc la dozarea admisiei gazelor în cavitatea rezonantă.

d) Instalaţia de răcire se compune din două părţi distincte: una care utilizează ca agent de răcire apa curentă şi asigură răcirea tubului cavităţii rezonante şi a capului cu oglinda de extracţie a fascicolului laser (lucru realizat prin deschiderea robinetului principal 29 şi a robinetului secundare 30) iar cealaltă utilizează uleiul de transformator, pentru răcirea

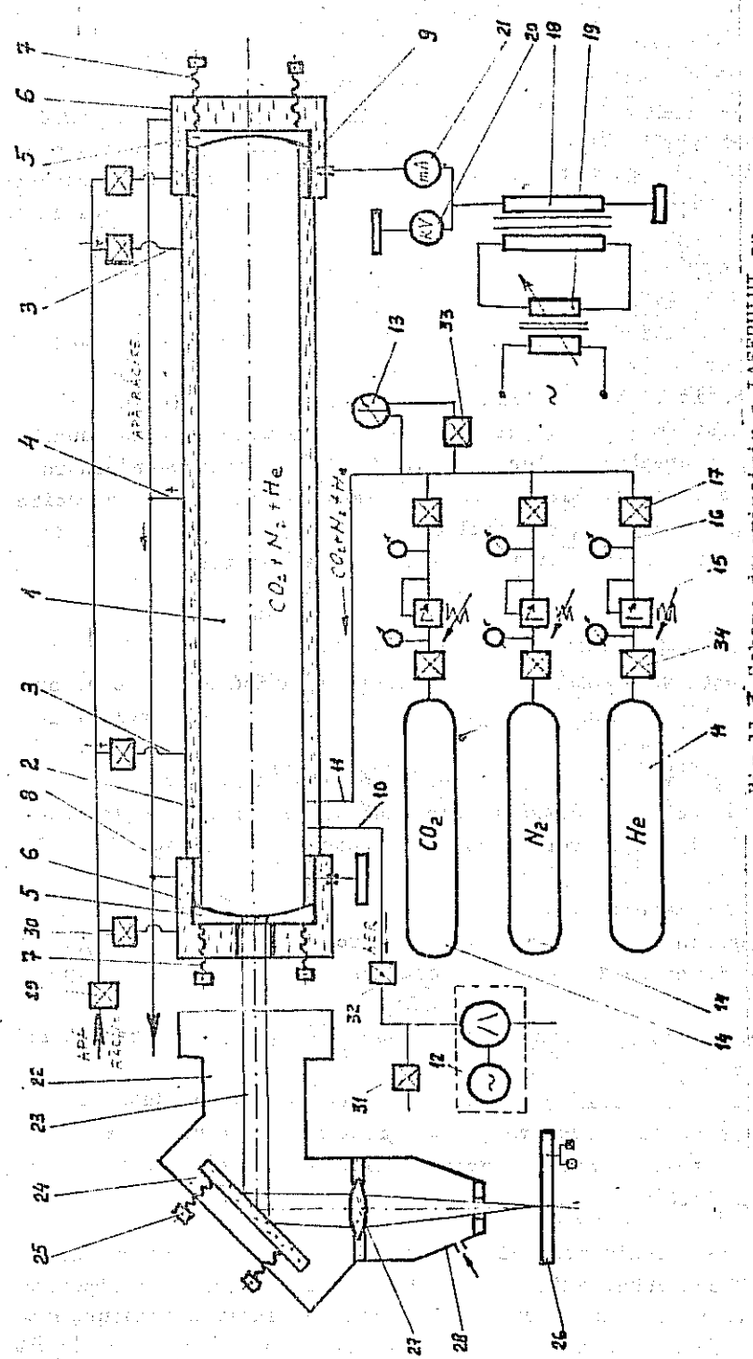


Fig.II.3. Schema de principiu a LASERULUI cu CO_2 PC-100 W

capului laser aflat sub tensiune şi a oglinzii respective. Circulaţia uleiului se realizează cu ajutorul unei pompe, iar răcirea acesteia se face cu un schimbător de căldură.

e) Sursa de alimentare cu energie electrică este alcătuită din transformatorul de înaltă tensiune 18 şi din autotransformatorul reglabil 19, transformatorul realizînd tensiunea de 20 kV, intensitatea curentului obţinut fiind de o,2 A. Tensiunea este variată de la 0 la 20 kV de autotransformator, montat în serie cu primarul transformatorului. Parametrii electrici se măsoară pe partea de înaltă tensiune de kilovoltmetrul 20 şi miliampermetrul 21.

f) Dispozitivul de tăiere se compune din tubul 22 în care intră fascicolul laser 23, oglinda 24 orientată la 45° faţă de direcţia fascicolului, lentila 27 ce focalizează fascicolul pe piesa de tăiat 26 şi ajutajul 28 prin care se trimite gazul auxiliar (O_2 pentru arderea metalelor, respectiv CO_2, N_2 sau argon pentru topirea metalelor). Gazul auxiliar exercită şi funcţia de răcire a lentilei, împreună cu sistemul de răcire cu apă. Şuruburile de reglare 25 servesc la poziţionarea corectă a lentilei.

4. Modul de lucru

Studenţii vor studia instalaţiile, comparînd schiţele de principiu executate în conspectul pregătit anticipat, cu instalaţiile existente în laborator.

Studenţii vor participa la un experiment demonstrativ de perforare, executat de către tehnicianul de laborator. La această demonstraţie studenţii vor efectua măsurători şi vor nota următoarele elemente:

- natura materialului prelucrat;
- grosimea materialului supus prelucrării, (se va măsura);
- tensiunea de descărcare a condensatorilor, (se citeşte pe voltmetru);
- numărul de impulsuri n necesare perforării, se va determina practic;
- diametrul găurii realizate d se va măsura cu ajutorul diviziunilor de pe reticulul gradat al ocularului ce serveşte la urmărirea procesului (poziţiile 16,17,18 în fig. 11.2).

Se vor studia mostrele de prelucrări prin tăiere cu fascicul LASER continuu, existente în laborator, notîndu-se: tipurile de materiale prelucrate, grosimea acestora şi lăţimea tăieturilor.

Schemele de principiu ale acestor prelucrări sînt date în fig. 11.5 şi 11.6

5. Rezultate experimentale şi calcule

Studenţii vor calcula densitatea de putere F, folosită la prelucrare (vezi fig. 11.4)

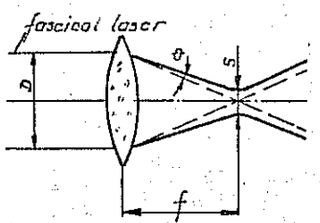
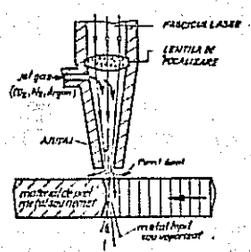
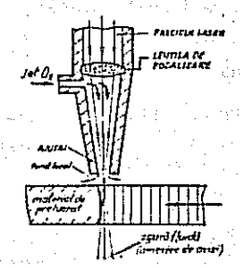


Fig. 11.4



Tăiere prin topire

Fig. 11.5



Tăiere prin ardere

Fig. 11.6

$$F = \frac{4 \cdot E}{\pi S^2 \tau_i} \quad \left[W/cm^2\right] \qquad (11.1)$$

unde :

- E este nenergia fascicolului în J ($E \cong 2$ J la o tensiune de descărcare a condensatorilor de 2000 V);
- S este diametrul fascicolului în focarul lentilei de focalizare (în cm);
- τ_i este durata impulsului laser în secunde ($\tau_i = 5.10^{-7}$s);

Diametrul fascicolului în focarul lentilei se calculează cu relaţia:

$$S = f \cdot \theta \quad \left[cm\right] \qquad (11.2)$$

unde:

- f este distanţa focală a lentilei de focalizare în cm (vezi tabelul 11.1)
- θ este divergenţa fascicolului şi se calculează cu relaţia

$$\theta = 1{,}22 \cdot \frac{\lambda}{D} \qquad (11.3)$$

unde:

- λ este lungimea de undă a radiaţiei laser în mm ($\lambda = 1{,}06 \cdot 10^{-3}$mm)
- D este diametrul fascicolului, în mm ($D = 5$ mm)

Studenţii vor compara densitatea de putere folosită la perforare F cu densitatea de putere $F^{(1)}$ necesară pentru atingerea la suprafaţa materialului a temperaturii de vaporizare Tv (vezi tabelul 11.2).

$$F^{(1)} = \frac{0{,}885 \cdot Tv \cdot \lambda}{(a\,\tau_i)^{1/2}} \quad \left[W/cm^2\right] \qquad (11.4)$$

unde:
- λ este conductibilitatea termică a materialelor de perforat în J/cm.s.°C (vezi tabelul 11.2).
- a este difuzivitatea termică a materialelor în cm^2/s (vezi tabelul 11.2).

Studenţii vor compara diametrul găurilor realizate cu diametrul S al fascicolului în focarul lentilei de focalizare.

Tabelul 11.2

Nr. crt.	Denumirea materialului	Temperatura Tv °C	Conductibilit. termică J/cm.s.°C	Difuzivitatea a cm^2/s
1.	otel	3000	0,615	0,15
2.	Aluminiu	2467	2,03	0,87
3.	Alamă	2120	1,07	0,25
4.	Nichel	2732	0,93	0,18
5.	Argint	2212	4,17	1,69
6.	Cupru	2595	3,49	1,12

Rezultatele obţinute se vor trece în următorul tabel :

Rezultate experimentale la perforarea cu fascicol laser

Tabelul 11.3

Nr. crt.	Denumirea materialului	Grosimea materialului mm	Tensiunea de descărcare a condensatorilor [V]	Energia impulsului [J]	d. [mm]	S [mm]	F $[W/cm^2]$	$F^{(1)}$ $[W/cm^2]$
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

6. Comentarea rezultatelor

Se vor face aprecieri privind: grosimea materialelor prelucrate, natura acestora şi dimensiunile prelucrărilor executate, făcîndu-se referiri la posibilităţile de realizare a unor astfel de prelucrări prin metode clasice.

Se va aprecia calitatea suprafeţelor prelucrate, productivitatea prelucrărilor şi (calitativ) costul acestora.

CAPITOLUL 12

PRELUCRAREA MATERIALELOR CU MICROASCHII

LUCRAREA 21

1. Noţiuni de bază

Procedeele speciale de prelucrare a materialelor, dintre care şi prelucrarea cu microaşchii, s-au impus datorită necesităţii prelucrării unor materiale noi, cu duritate foarte mare, fragile, rezistente la coroziune, sau piese cu configuraţie complexă, pentru care forma geometrică, duritatea, rezistenţa sculelor obişnuite nu corespund, sau productivitatea prelucrărilor clasice este scăzută.

Prelucrarea cu microaşchii are la bază fenomenul de eroziune care constă în procesul de distrugere a integrităţii straturilor de suprafaţă ale materialului supus eroziunii prin acţiunea unui agent eroziv de natură chimică, electrică, termică sau mecanică şi îndepărtarea particulelor (microaşchiilor), cu dimensiuni sub 1 mm, din spaţiul interstiţiului uscat sau umed dintre sculă şi piesă.

Clasificarea, schemele de principiu şi domeniul de aplicaţie al procedeelor de prelucrare a materialelor prin microaşchii sînt prezentate în tabelul 11.1.

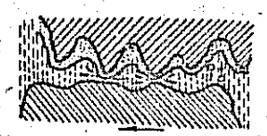
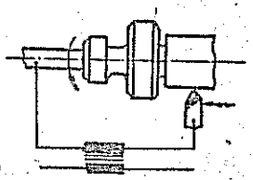
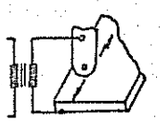
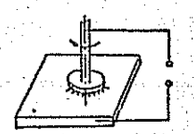
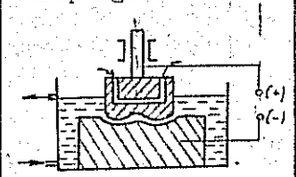
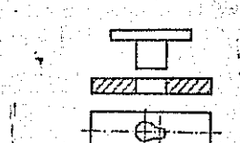
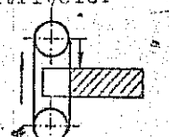
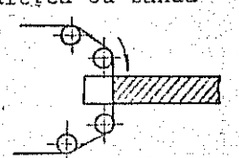
Parametrii regimului de prelucrare sînt: intensitatea curentului electric (800-1000 A), tensiunea (20-40 V), polaritatea curentului, presiunea specifică şi viteza relativă dintre electrodul-sculă şi piesă (10-50 m/s).

1.1. Prelucrarea prin eroziune electrică cu contact (anodo-mecanică) are la bază amorsarea descărcărilor în arc nestaţionar care iau naştere prin ruperea contactelor electrice produse între microneregularităţile suprafeţelor electrodului-sculă şi piesei de prelucrat între care există o mişcare relativă.

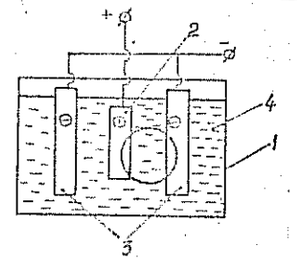
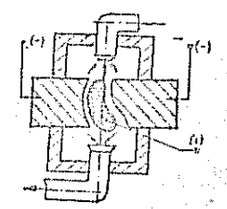
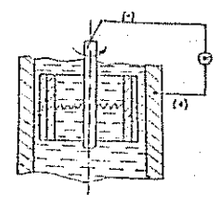
Datorită efectului Joule-Lenz, în timpul procesului de eroziune electrică se degajă o cantitate de căldură care determină trecerea materialului metalic în stare plastică, topită sau chiar de vapori. Mişcarea relativă dintre electrodul-sculă şi piesă provoacă ruperea peliculei polarizate pe anod şi îndepărtarea materialului sub formă de microaşchii.

Prelucrarea prin eroziune electrică cu contact se poate realiza în aer (în cazul utilizării curentului electric alternativ la tensiuni pînă la 20 V) sau în mediu lichid (soluţie de silicat de sodiu, în cazul utilizării curentului electric continuu).

Tabelul 11.1

Nr. crt.	Denumirea procedeului	Tipuri de prelucrări	Aplicaţii
o	1	2	3
1.	Prelucrarea prin eroziune electrică cu contact 	strunjire exterioară de finisare electroerozivă   netezirea suprafeţelor, electroerozivă.  (electroerozivă a) curăţirea suprafeţelor cu perii de sîrmă	Prelucrarea oţelurilor inoxidabile, austenitice, refractare, călite, carburilor metalice, etc.
2.	Prelucrarea prin eroziune electrică cu străpungere 	prelucrarea ştanţelor şi matriţelor   tăierea cu bandă  tăierea cu fir	Prelucrarea materialelor metalice foarte dure şi extradure

Tabelul 11.1 (continuare)

o	1	2	3
3.	Prelucrarea prin eroziune electrochimică	 a) cu depasivare naturală 1-baia de electrolit 2-piesa; 3-electrozi-sculă; 4-electrolit;	Lustruirea şi curăţirea de oxizi a suprafeţelor
		 b) cu depasivare hidrodinamică	Găurirea şi copierea suprafeţelor complexe ale matriţelor pentru forjare, ştanţare, ambutisare; prelucrarea paletelor de turbine cu gaze şi abur din materiale refractare.
		 c) cu depasivare abrazivă (prelucrare electro-abrazivă)	Rectificarea electrochimică a suprafeţelor interioare şi exterioare; supr. conice interioare şi exterioare; ascuţirea şi finisarea sculelor aşchietoare.

1.2. Prelucrarea prin eroziune electrică cu străpungere se bazează p[e]ctele erozive ale descărcărilor electrice prin impulsuri care iau naştere între electrodul-sculă (din cupru, grafit, etc.) şi piesa de prelucrat care se află într-un mediu dielectric (petrol, ulei, etc.).

Impulsurile de curent au durata de 10^{-4} - 10^{-7} secunde (descărcări în scînteie) sau de 10^{-1} - 10^{-4} secunde (descărcări în arc) iar interstiţiul dintre electrodul-sculă şi piesă este de 0,01 - 0,05 mm.

Datorită descărcărilor electrice are loc creşterea locală a temperaturii la 6000 - 11000°C şi topirea instantanee sau chiar vaporizarea particulelor de material, atît din piesa de prelucrat cît şi (într-o măsură mai mică, datorită rezistenţei mai mari la eroziune a materialului) din electrodul-sculă.

Producerea fiecărei descărcări determină creşterea locală a interstiţiului, încît descărcările ulterioare au loc în alte zone acoperind astfel succesiv întreaga suprafaţă de interacţiune a electrodului-sculă cu piesa.

Microaşchiile prelevate sînt îndepărtate din interstiţiu cu ajutorul unui sistem de recirculare, filtrare şi răcire a lichidului.

1.3 Prelucrarea prin eroziune electrochimică se bazează pe fenomenul de electroliză care se realizează în prezenţa unui electrolit (acid boric, acid fluorhidric, etc.) între piesa de prelucrat (anod) şi electrodul-sculă (catod) (executată) din materiale electroconductoare anticorozive (oţel inoxidabil, cupru, aliaje de cupru sau aluminiu, sau materiale plastice ceramice acoperite cu strat electroconductor).

Ionii pozitivi de la anod (piesă), trecînd în soluţie, reacţionează cu ionii negativi din electrolit şi formează o peliculă de pasivizare pe suprafaţa piesei (anod), compusă din hidraţi metalici şi alţi compuşi chimici care împiedică desfăşurarea procesului în continuare. Această peliculă se poate îndepărta prin următoarele procedee:

- depasivizare naturală, care constă în îndepărtarea peliculei prin dizolvarea în electrolit, datorită antrenării sale de către gazele ce iau naştere în timpul procesului;

- depasivizare hidrodinamică, care are loc prin acţiunea electrolitului introdus sub presiune între piesă şi electrod;

- depasivizare abrazivă, la care îndepărtarea peliculei pasive se face prin acţiunea mecanică a unor granule abrazive.

2. Tema practică

În cadrul lucrării, studenţii vor identifica principalele părţi componente ale unei maşini de prelucrat cu microaşchii existente în laborator, îşi vor însuşi modul de funcţionare a acesteia, tehnologia procesului de prelucrare, stabilirea parametrilor regimului de prelucrare şi posibilităţile de prelucrare ale maşinii (densitatea de curent, durata impulsului şi a pauzei, debitul de microaşchii, productivitatea, uzura relativă a electrodului-sculă, calitatea suprafeţei prelucrate, precizia dimensională).

3. Prezentarea maşinii de prelucrat prin eroziune electrică tip ELER-01

Maşina de prelucrat prin eroziune electrică ELER-01 (fig. 12.1) utilizează ca mediu dielectric petrolul. Sursa de curent (generatorul de impulsuri cu semiconductori) asigură o tensiune de lucru de 20 - 40 V, o densitate de curent de 5 - 10 A/cm^2 şi o frecvenţă a impulsurilor de 0,2 - 100 KHz. Interstiţiul de lucru este de 0,05 - 0,5 mm, productivitatea specifică maximă de erodare de 8 mm^3/A·min, atingînd o viteză de erodare de aprox. 2 mm/min.

În funcţie de parametri electrici (care se reglează de la generatorul de impulsuri) se stabilesc: debitul de material erodat, uzura relativă a electrodului-sculă şi rugozitatea suprafeţei prelucrate.

Debitul de material erodat creşte proporţional cu durata şi intensitatea impulsului. Cînd densitatea de curent creşte peste 15 A/cm^2 însă, debitul de material erodat scade, deoarece microaşchiile formate nu mai pot fi îndepărtate suficient de rapid şi deci nu se poate realiza în condiţii normale dezionizarea canalului descărcărilor. Totodată, datorită degajării importante de căldură ce ia naştere, este influenţată structura materialului.

4. Modul de lucru

Studenţii vor executa:

- schema de principiu a unei maşini de prelucrat prin eroziune electrică existente în laborator şi vor pune în evidenţă elementele şi subansamblele principale, precum şi rolul lor funcţional;

- schiţa unei piese ce va fi executată pe maşină (vezi fig. 12.4), la indicaţia cadrelor didactice;

- schiţa electrodului-sculă necesar pentru executarea piesei;

- stabilirea parametrilor optimi ai regimului de prelucrare în funcţie de materialul piesei şi configuraţia suprafeţei de prelucrat.

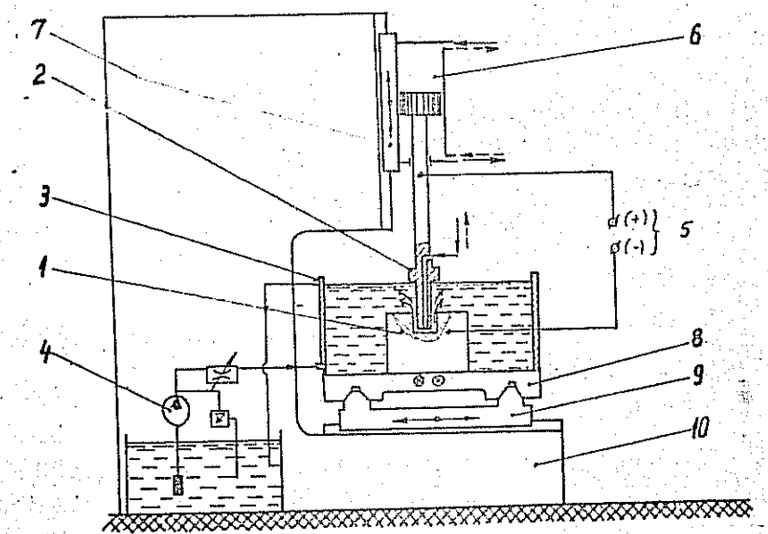


Fig.12.1

1-.piesa de prelucrat;2- electrodul-sculă;3- lichid (petrol);4- panou hidraulic de alimentare cu lichid;5- generator de impulsuri;6- motor hidraulic de avans a electrodului-sculă;7- sanie port-electrod;8- sanie longitudinală;9- sanie transversală;1o- batiu.

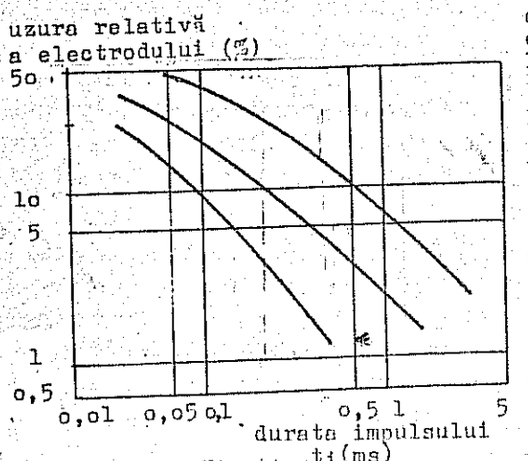


Fig.12.2

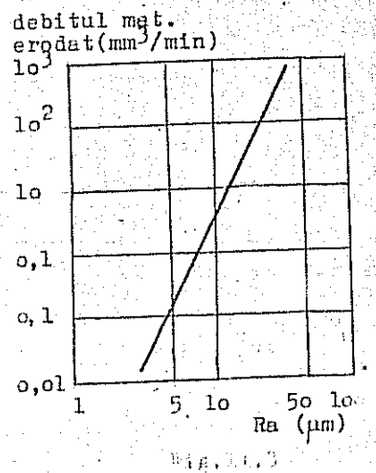


Fig.12.3

Pentru stabilirea densităţii de curent se va folosi tabelul 12.2. Pentru reglarea duratei impulsurilor şi a pauzei între impulsuri se vor acţiona comutatoarele T_1(durata impulsurilor) în poziţiile 5...12 şi T_2(durata pauzei) în poziţiile 9 sau 1o (vezi tabelul 12.3).În funcţie de rugozitatea R_a a suprafeţei piesei se determină debitul de microaşchii,din diagrema din fig.1...3.,în mm^3/min.

- timpul necesar pentru executarea prelucrării,prin cronometrare;

- productivitatea prelucrării se va determina folosind relaţia : $Q = M/t$ (g/min) (12.1)

în care M este masa de metal îndepărtată în timpul prelucrării,care se stabileşte cu relaţia :

$$M = M_o - M_1 \quad (g) \qquad (12.2)$$

în care M_o este masa iniţială a semifabricatului şi M_1 este masa piesei prelucrate (M_o şi M_1 se determină prin calcul); t - este durata (timpul) în care a avut loc prelucrarea (min);

- uzura relativă a electrodului-sculă se calculează cu relaţia:

$$\delta = \frac{m_1 - m_2}{M_1 - M_2} \cdot 1oo \ (\%) \qquad (12.3)$$

unde m_1 este masa iniţială a electrodului-sculă şi m_2 este masa electrodului-sculă după prelucrare (masa electrodului se poate determina prin cîntărire sau folosind relaţia : $m = V \cdot \rho$, în care volumul (V) se determină prin măsurare iar densitatea din tabelul 11.4.)

- se vor face aprecieri vizuale asupra calităţii suprafetei prelucrate;

- se va verifica prin măsurători precizia dimensională, determinînd de asemenea diferenţele dintre dimensiunile transversale ale găurii din piesă (suprafeţei prelucrate) d_{pi} şi dimensiunile respective ale electrodului-sculă d_{ei} cu relaţia :

$$\Delta d_i = d_{pi} - d_{ei} \quad (mm) \qquad (12.4)$$

.5. Rezultatele obtinute

Schiţele, calculele şi concluziile individuale referitoare la optimizarea parametrilor de lucru,productivitate,calitatea suprafeţei executate şi precizia dimensională obţinută se vor trece în continuarea conspectului executat anticipat de către studenţi şi vor fi prezentate la sfîrşitul şedinţei cadrelor didactice în vederea aprecierii activităţii.

.6. Comentarii şi concluzii

Se vor face aprecieri privind factorii care influenţează calitatea suprafeţei prelucrate,preciziei dimensionale,calităţii suprafeţe arativ cu alte procedee de prelucrare(aşchiere,turnare,etc)

Se va răspunde la întrebările :

- cum trebuie să fie dimensiunile electrodului-sculă, față de dimensiunile piesei prelucrate (finite)?
- cum se apreciază productivitatea procedeului în raport cu a altor procedee de prelucrare?
- care sînt factorii care influențează productivitatea procedeului?, dar precizia dimensională?
- care sînt factorii care limitează alegerea unui regim de lucru intensiv (creșterea vitezei de avans a electrodului-sculă)?
- ce duritate are materialul prelucrat?
- cum se simbolizează materialul prelucrat?

Se vor face comentarii personale și se va răspunde, cu ajutorul cadrelor didactice, la intrebările de mai sus.

Tabelul 12.2

Materialul piesei de prelucrat	Materialul electrodului	Polaritatea curentului	Densitatea de curent A/cm^2
Oțel	Cu E	(+)	12
	cupru wolfram	(+)sau(-)	1o
	grafit	(+)	1o
	grafit	(-)	6
Aliaje dure	Cu E	(+)	15
	cupru wolfram	(+)sau(-)	15

Tabelul 12.3

Comutator	Poziția comutatorului											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1o	11	12
T_1(µs)	2,5	4,o	6,o	8,o	12	24	48	95	19o	42o	9oo	18oo
T_2(µs)	2,5	4,o	6,o	8,o	12	24	48	95	19o	42o	9oo	18oo

Tabelul 12.4

Material	Al	Cr	Fe	Fontă	Oțel carbon	Oțel inoxid.	Cu	Alamă	Bronz
Densitate x1o^3(kg/m^3)	2,7	7,1	7,86	7,3o	7,8o	7,83	8,9	8,4o	8,75

CAPITOLUL 13
IDENTIFICAREA SUMARA A MATERIALELOR METALICE

1. Introducere

Identificarea unui material metalic, determinarea calitativă și cantitativă a compoziției sale chimice sînt probleme importante ale activității industriale, întrucît calitatea materialului este esențială în buna funcționare a organelor de mașini. Problema se pune mai ales în cazurile: necesității utilizării unor materiale de uz curent pentru care nu există în mod expres certificate de calitate sau marcaje certe, al reutilizării materialelor din deșeuri, al proiectării unor mașini sau piese după modele ale acestora, al elaborării materialelor, sau al fabricării unor piese cu prescripții legale în acest sens.

Dintre metodele de identificare sumară a materialelor, cel mai des folosite sînt: identificarea după aspect, culoare, și densitate, identificarea după sunet, identificarea după feromagnetism și reacția cu sulfat de cupru, identificarea după scîntei.

Dintre metodele de analiză a compoziției enumerăm: analiza chimică, spectrală, microscopică, roentgeno-structurală, analiza dilatometrică, analiza termomagnetică.

In cadrul lucrărilor de laborator vor fi abordate doar cîteva dintre metodele de identificare și analiză mai sus enumerate.

LUCRAREA 22- Identificarea după aspect, culoare și densitate

2.1. Noțiuni de bază

Pentru identificarea globală, aproximativă, a unui material metalic se apelează la cunoștințele generale despre metale și aliaje metalice, privind: aspectul suprafeței metalului, lucrul caracteristic, forma semifabricatului sau a piesei, indiciile privind modul probabil de obținere a piesei sau semifabricatului, culoarea și densitatea aproximative a materialului piesei studiate.

Din punctul de vedere al aspectului suprafeței, putem întîlni suprafețe brute, caracteristice operațiilor de elaborare

Tabelul 13.1.

Culori şi densităţi ale unor materiale metalice

Nr. crt.	Metalul	Simbolul chimic	Densitatea $\times 10^3$ kg/m^3	Culoarea
	Metale uşoare			
1.	Litiu	Li	0,53	alb-argintiu
2.	Beriliu	Be	1,86	cenuşiu LM
3.	Magneziu	Mg	1,75	alb argintiu LM
4.	Calciu	Ca	1,55	alb argintiu mat
5.	Bariu	Ba	3,61	alb argintiu mat
6.	Aluminiu	Al	2,7o	alb argintiu mat
7.	Titan	Ti	4,5	alb argintiu
	Materiale metalice grele			
8.	Vanadiu	V	5,96	cenuşiu
9.	Crom	Cr	7,1	alb-uşor albăstrui L.M.
1o.	Mangan	Mn	7,1	cenuşiu
11.	Fier	Fe	7,86	cenuşiu
12.	Fonta		7,3	cenuşiu
13.	Oţel carbon		7,8	alb-cenuşiu
14.	Oţel inoxidabil		7,83	alb-argintiu
15.	Cobalt	Co	8,9	cenuşiu
16.	Nichel	Ni	8,9	alb-cenuşiu LM
17.	Cupru	Cu	8,9	roşiatic
18.	Zinc	Zn	7,14	alb-albăstrui LM
19.	Alama		8,4	galben-portocaliu
2o.	Tombac		8,6	arămiu
21.	Bronz		8,75	galben
22.	Zamak		6,95	cenuşiu
23.	Staniu	Sn	7,31	alb-argintiu LM
24.	Stibiu	Sb	6,58	alb-cenuşiu
25.	Niobiu	Nb	8,4	alb-argintiu
	Metale foarte grele			
26.	Molibden	Mo	1o,2	alb-argintiu
27.	Argint	Ag	1o,5	alb-argintiu
28.	Plumb	Pb	11,34	cenuşiu-albăstrui
29.	Aur	Au	19,3	galben LM (auriu)

Notă: simbolul LM se va citi „luciu metalic"

a semifabricatelor (turnare, deformare plastică, sudare, etc.) sau suprafeţe prelucrate cu o anumită calitate a suprafeţei rezultate din prelucrări cu aşchii şi microaşchii, etc.

Metalele şi aliajele metalice care au o rezistenţă mare la coroziune prezintă luciu metalic în suprafaţa prelucrată un timp foarte îndelungat (oţelurile inoxidabile, alamele, bronzurile, Ni,Cr.etc.).

Metalele şi aliajele metalice care se oxidează în atmosferă prezintă luciu metalic numai imediat după prelucrarea prin aşchiere. După un timp, datorită formării oxizilor metalelor componente suprafaţa pieselor devine de regulă mată sau capătă culori caracteristice acestor oxizi.

Gama de culori pe care o prezintă metalele şi aliajele este destul de restrînsă şi anume:

- cenuşiu (fonte);
- cenuşiu- argintiu (oţeluri, aliaje antifricţiune, V, W, Be, Mn, Ca, Sb);
- cenuşiu albăstrui (Pb);
- argintiu (Ag,Li, Ni, Sn, Nb, Ti, Mo etc.);
- alb- argintiu mat (Ca, Ba, Al, Mg, etc.);
- alb -albăstrui (Cr, Zn);
- galben-portocaliu, în diferite nuanţe (Au, aliaje de cupru);
- roşiatic „arămiu" (Cu, tombac).

După cum se observă, este foarte dificil să se identifice un material pornind numai de la culoarea acestuia, pe de o parte pentru că sînt multe nuanţe al aceleaşi culori, pe de altă parte pentru că sînt aliaje care au cam aceeaşi culoare. De aceea se iau în considerare şi alţi indici cum ar fi: densitatea, aspectul suprafeţei turnate, deformate plastic, sau obţinute prin alte procedee.

Din punctul de vedere al densităţii, materialele se clasifică în materiale uşoare ($\rho = 5.1o^3$ kg/m^3), materiale grele ($\rho = 5.1o^3$ kg/m^3 ... $1o^4$kg/m^3), şi materiale foarte grele ($\rho = 1o^4$kg/m^3

2.2. Tema practică

Studenţii vor identifica materialul unor piese sau eşantioane de metale şi aliaje, pe baza culorii, densităţii şi aspectului suprafeţei.

2.3. Utilaje şi materiale

Aparatele necesare pentru determinarea densităţii

sînt:

- balanţă tehnică;
- cilindru gradat,pentru laborator;
- vas prismatic sau cilindric, cu volumul minim 2ℓ.

2.4. Modul de lucru

Masa eşantionului metalic, m, se va determina prin cîntărire şi se va exprima în kg.

Volumul eşantionului metalic, V, se va determina prin cufundare în apă folosindu-se cilindrul gradat şi se va exprima în m^3.

Densitatea se va calcula cu relaţia:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [kg/m^3] \qquad (13.1.)$$

Se vor studia suprafeţele neprelucrate, prelucrate sau de ruptură,în vederea culegerii de informaţii suplimentare: felul prelucrării, mărimea şi forma grăunţilor cristalini, grosimea pereţilor sau nervurilor, mărimea razelor de racordare, etc.

2.5. Rezultate experimentale

Rezultatele se vor nota într-un tabel asemănător cu tabelul 3.2.,comparîndu-se cu cele din tabelul 13.1.

Tabelul13.2.

Nr. crt	Simbolul probei	Culoarea	Aspectul suprafeţei	Masa kg	Volumul m^3	ρ kg/m^3	Materialul
1							
2							
3							
4							

3. LUCRAREA 23 - Identificarea după feromagnetism şi reacţia cu sulfat de cupru

3.1. Noţiuni de bază

Această metodă se aplică mai ales în cazul oţelurilor aliate pentru a afla categoria din care face parte oţelul. Diferitele categorii de oţeluri aliate au şi proprietăţi diferite, în funcţie de compoziţia lor chimică, care le determină structura metalografică proprietăţile magnetice şi electropozitivitatea. Oţelurile feritice şi ferito-perlitice spre exemplu sînt

feromagnetice, spre deosebire de cele austenitice. Oţelurile înalt aliate cu Cr şi Ni au o deosebită stabilitate chimică şi în aceste cazuri, la temperatură ambiantă, Fe nu substituie Cu din $CuSO_4$ în H_2O.

Combinînd cele două observaţii anterioare, pot fi identificate următoarele categorii de oţeluri aliate, prezentate în tabelul 13.3.

Tabelul13.3.

Grupa oţelului	Rezultatele identificării	
	feromagnetice	cu sulfat de cupru
a. Oţeluri inox. sau refractare,aliate cu Cr şi Ni	nemagnetic	nu apare pată
b. Oţel austenitic manganos cu peste 12% Mn	nemagnetic	pata apare imediat
c. Oţeluri inox. sau refractare, aliate cu Cr	magnetic	nu apare pată
d. Oţel bogat aliat cu Cr	magnetic	pata apare cu întîrziere de 2...3sec.
e. Oţeluri din alte grupe	magnetic	pata apare imediat

Dacă rezultatele sînt cele din cazul e, este necesar să apelăm la alte metode de identificare, pentru precizare.

3.2. Tema practică

Studenţii vor identifica 2-3 oţeluri, cu ajutorul magnetului şi reacţiei cu sulfat de cupru.

3.3. Utilaje şi materiale

Materialele necesare sînt: un magnet permenent, pipetă, soluţie apoasă de $CuSO_4$, tavă din P.V.C.

3.4. Modul de lucru

Studenţii vor identifica fiecare material în parte în următoarele două faze:

- în prima fază se verifică dacă materialul este sau nu feromagnetic;
- în a doua fază, pe o porţiune şlefuită a materialului se depune cu pipeta o picătură de soluţie de sulfat de cupru 10% în apă, urmărindu-se apariţia unei pete de cupru, de culoare roşiatică, în urma reacţiei de înlocuire a cuprului din sulfatul

de cupru, de către fier.

3.5. Rezultate experimentale

Rezultatele experimentale se vor trece într-un tabel de forma celui de mai jos şi vor compara rezultatele proprii cu cele din tabelul 3.3. identificînd în acest fel grupa materialului. Se vor compara următoarele elemente:

Tabelul 3.3

Simbolul probei	Momentul apariţiei petei de cupru (s)	Proprietăţi feromagnetice	Grupa materialului

4. LUCRAREA 24 - Identificarea după scîntei

4.1. Noţiuni de bază

La polizarea unui aliaj se produce de obicei un fascicul de scîntei, care diferă de la metal, la metal. Fasciculele de scîntei sînt alcătuite dintr-o serie de raze şi scîntei; razele materializează traiectoriile unor particule desprinse din materialul polizat şi aduse la incadescenţă datorită încălzirii prin frecare, iar scînteile marchează locul în care carbonul din aceste particule arde în oxigenul din aer, cu formare de CO_2, deci cu o creştere bruscă de volum.

La anumite temperaturi, în aer ard şi metalele din aliaje. Producerea de fascicule de scîntei este caracteristică unui număr mare de metale dar şi altor elemente. Sînt însă metale care nu dau fascicule de scîntei (de ex: Cu, Ag, Zn, Al, Pb, Sn, Pt). Metoda se aplică pe larg oţelurilor, în atelicre obişnuite.

Forma fasciculului de scîntei depinde de proprietăţile elementului respectiv cum ar fi: temperatura de topire, temperatura de vaporizare, temperatura şi entalpia oxizilor.

Fasciculele de scîntei se deosebesc între ele prin numărul de raze (fascicul bogat sau sărac), lungimea razelor, numărul de scîntei de pe o rază, forma scînteilor (figura 3.1.), luminozitate precum şi prin culoarea razelor şi a scînteilor.

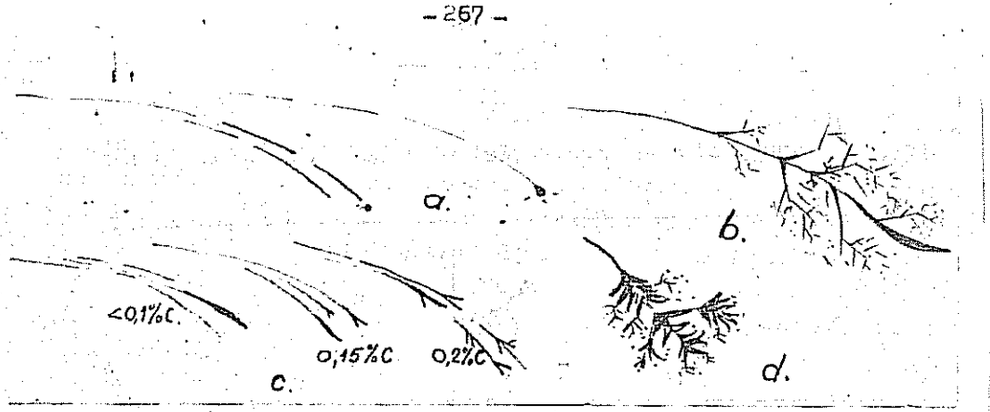


Fig 3.1.

Culoarea fasciculelor depinde în mare măsură de natura şi de temperatura particulelor de metal desprinse prin polizare.

Luminozitatea fasciculului de scîntei depinde de foarte mulţi factori, ea creşte odată cu creşterea apăsării piesei pe piatra de polizor, şi cu mărimea vitezei de polizare şi depinde de asemenea de natura materialului de refractaritatea lui şi de modificările suferite anterior de acesta (mod de topire, prelucrare prin deformare, tratament termic, etc.).

Pentru a obţine fasciculele de scîntei uşor de observat şi cît mai reprezentative, epruvetele se apasă uşor pe piatra de polizor (cu 1...2,5 daN/cm^2) iar viteza de polizare de 13-15 m/s. este cea mai indicată.

Duritatea şi granulaţia pietrei trebuie să fie medii.

Datorită numărului mare de factori care influenţează formarea fasciculelor de scîntei, încercarea nu este întotdeauna concludentă. In unele cazuri materialele pot fi determinate cu precizie (fontă cenuşie, oţel rapid, oţel bogat aliat cu crom, etc.), în altele se pot determina în mare, grupa din care face parte materialul (de construcţie sau de scule), iar în alte cazuri încercarea nu pune în evidenţă natura materialului respectiv.

Dintre elementele aflate frecvent în compoziţia oţelurilor, carbonul se manifestă prin culoare alb-galben şi prin creşterea numărului scînteilor şi ramificării lor practic proporţional cu creşterea conţinutului de carbon, manganul prin luminozitate mare, cromul prin culoare galben, galben-portocaliu-

roz, wolframul prin culoare roşiatică (fiind foarte refractar).

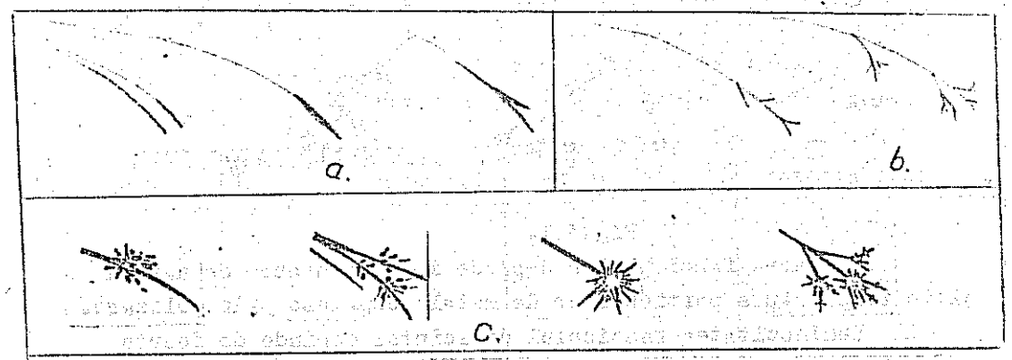


Fig.3.2.

Aspectul fascicului luminos este influenţat în mare măsură de conţinutul de carbon: cu cît oţelul are mai mult carbon, cu atît scînteile sînt mai ramificate şi fasciculul este mai bogat în scîntei.

In funcţie de aspectul fasciculului luminos oţelurile carbon pot fi uşor încadrate în trei grupe principale:

- oţeluri moi sau de cementare (C ≤ 0,2%, fig.3.2.a. şi fig.3.1.c.) .Se remarcă prezenţa scînteilor în formă de lance.
- oţeluri semidure sau de îmbunătăţire (C =0,3....0,6% C, fig.3.2.b.). Fiecare scînteie are 2...3 ramificaţii,razele au 2...3 scîntei.
- oţeluri dure şi extradure sau de scule (C = 0,7... ..1,2% C fig.3.2.c.): există multe scîntei mari, foarte ramificate.

Oţelurile rapide prezintă un fascicul lung, un număr mic de raze, cu scîntei în formă de picătură de culoare roşiatică.

Luminozitatea scăzută este datorată refractarităţii înalte a acestor oţeluri care au un conţinut foarte ridicat de W (vezi figura3.1.a.).

Oţelurile pentru sculă, înalt aliate cu Cr prezintă un fascicul scurt, relativ bogat în raze. Datorită durităţii mari a acestor oţeluri este necesar ca forţa de apăsare a epruvetei să fie mai mare pentru a se forma fasciculul. Scînteile au un nucleu luminos bine conturat, sînt puternic ramificate, scînteile formîndu-se una din cealaltă. Culoarea scînteilor este portocalie cu nuanţe roz (vezi fig.3.1.d.).

Fontele prezintă un fascicul relativ scurt, foarte bogat în raze fine, de culoare variabilă de la roşu-vişiniu la galben, cu scîntei spre capătul fascicolului de raze. Scînteile au o lance centrală, înconjurată de multe ramificaţii, care se intersectează formînd stropi minusculi de culoare galben-portocaliu(fig.3.1.b).

4.2. Tema practică : Identificarea grupelor de aliaje din care fac parte probele indicate de cadrele didactice, ţinînd cont de cele prezentate anterior.

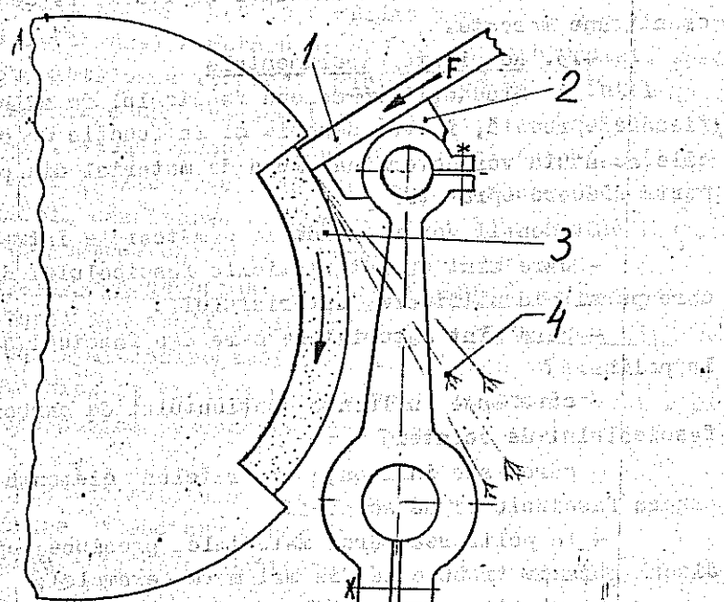


Fig.3.3.

4.3. Utilaje folosite

Se foloseşte un polizor obişnuit, dotat cu dispozitivul prezentat ca principiu în fig.3.3.

Epruveta 1, rezemată pe piesa de sprijin 2, este apăsată pe piatra de polizor 3, cu o forţă aproximativ constantă.

Fasciculul 4 se va dezvolta pe direcţia tangenţială circum-

ferinţei pietrei abrazive în punctul de contact.

Se utilizează o piatră abrazivă de granulaţie medie avînd o turaţie suficient de mare ca să asigure viteza de polizare indicată.

4.4. Modul de lucru

Fiecare epruvetă va fi supusă polizării.

Studenţii vor stabili următoarele caracteristici ale fascicolului de scîntei: lungimea fascicolului, numărul de raze din fascicol, număr mediu de scîntei pe fiecare rază, forma scînteilor, culoarea scînteilor şi liniilor. Se vor folosi eşantioane marcate.

4.5. Rezultate experimentale

Studenţii vor desena fascicolul de scîntei pentru fiecare epruvetă, îl vor descrie şi în funcţie de caracteristicile acestuia vor determina grupa de material din care face parte fiecare epruvetă.

Studenţii vor răspunde la următoarele întrebări:

- care sînt caracteristicile fascicolului de scîntei care permit identificarea materialului ?

- care sînt materialele care dau fascicol de scîntei la polizare?

- care este influenţa conţinutului de carbon asupra fascicolului de scîntei?

- care este influenţa diferitelor elemente de aliere asupra fascicolului de scîntei?

- la polizarea căror materiale, presiunea epruvetei pe discul abraziv trebuie să fie mai mare (exemple)?

Studenţii vor compara eficienţa identificării după fascicolul de scîntei cu cea a altor metode de identificare şi analiză.

Capitolul 14

METALOGRAFIE

LUCRAREA 25

1. Determinarea macro şi microstructurii materialelor metalice

1.1. Noţiuni de bază

Metalografia, ca ramură a metalurgiei fizice, se ocupă cu studiul macrostructurii şi microstructurii metalelor şi aliajelor.

Prin macrostructură se înţelege structura care se poate observa cu ochiul liber sau la o mărire mică (sub x5o) în suprafaţa de rupere (cassură) a metalului sau pe probe executate special, numite probe metalografice. Prin microstructură se înţelege structura care se poate observa numai pe suprafaţa lustruită şi atacată cu un reactiv, a unei probe executate special (probă metalografică), la măriri mari (peste x 5o), cu ajutorul microscopului metalografic. De obicei, examinarea structurii este însoţită de fixarea ei, prin diferite metode ca: desen, fotografiere etc.

Analiza macroscopică sau micrografică se referă la studiul macrostructurii iar analiza microscopică sau micrografică se referă la studiul microstructurii. La cercetarea unei structuri, analiza macroscopică şi analiza microscopică se completează reciproc. Analiza macroscopică precede analiza microscopică şi pune în evidenţă:

- structura metalului sau aliajului obţinută în urma cristalizării primare (structura dendritică);

- defecte de necompactitate în metalul turnat (retasuri, sufluri, fisuri), forjat sau laminat (fisuri, suprapuneri, fulgi etc.) sau în suduri (sufluri, fisuri goluri de contracţie);

- neomogenităţi chimice (segregaţii) determinate de condiţiile cristalizării primare;

- neomogenităţi structurale determinate de prelucrările prin deformare plastică (fibrajul) tratament termic sau termochimic (călire, cementare), sudare etc.

- procesele tehnologice aplicate anterior.

Analiza microscopică dă indicaţii privind compoziţia structurală şi chimică, caracteristicile fizico-mecanice, tratamentele termice şi termochimice anterioare aplicate materialului examinat.

1.1.1. Prelevarea și pregătirea epruvetelor metalografice

In vederea analizei macro sau microscopice se execută una sau mai multe probe metalografice. Structura pieselor metalice (profile și table laminate, piese turnate sau piese prelucrate prin așchiere) nefiind omogenă, examinarea unei singure probe nu este suficientă decît în cazuri foarte rare.

STAS 4203-74 precizează modul în care se prelevă și se pregătesc probele metalografice. El mai cuprinde lista reactivilor utilizați pentru lustruirea electrolitică precum și lista reactivilor de atac, atît pentru examinarea macroscopică cît și pentru examinarea microscopică.

Prelevarea probelor și pregătirea lor este aceeași pentru toate tipurile de examen metalografic, dar exigențele privitoare la gradul de finisare al suprafeței sînt cu atît mai mari, cu cît gradul de mărire folosit pentru examinare este mai ridicat.

Prepararea unei probe se face în mai multe etape: prelevarea probei, îndreptarea prealabilă a suprafeței, polizarea pregătitoare, finisarea și atacul.

Stabilirea locului de prelevare a probei se face pe baza unor considerații teoretice (neomogenități chimice, direcții de prelucrare, tratamente termice superficiale, defecte de suprafață, fisuri, piese accidentate etc.) astfel încît proba să fie reprezentativă pentru materialul studiat și să corespundă scopului cercetării.

Prelevarea probei se face prin așchiere, utilizînd o răcire corespunzătoare pentru a nu se influența structura. Probele din metale dure (peste 400 HB) se taie cu discuri abrazive sau prin electroeroziune. După prelevare proba poate fi eventual prelucrată la o formă comodă pentru studiu (de exemplu cilindrică). Dacă probele sînt prea mici sau subțiri, ele se fixează într-o masă de material plastic termorigid sau de aliaj ușor fuzibil (fig14.1.).

Indreptarea suprafeței se face cu ajutorul unei scule abrazive (piatră sau bandă) cu granulație fină, avînd în vedere asigurarea unei răciri corespunzătoare. Polizarea pregătitoare se face cu o serie de hîrtii abrazive cu granulație din ce în ce mai fină. Finisarea se poate face fie mecanic (cu ajutorul unei suspensii de praf abraziv foarte fin) fie electrolitic.

In proba lustruită structura nu este pusă în evidență direct, deobicei atacîndu-se în vederea studiului.

In cazul studierii macrostructurii, se observă în primul rînd firul. Se pot observa pori, fisuri sau aspecte de structură colorată (diferită) ca de exemplu incluziuni nemetalice etc.

Pentru a pune în evidență microstructura (sau macrostructura) unei probe, se atacă suprafața ei cu anumiți reactivi metalografici specifici (vezi STAS 4203-74), după natura probei.Reactivii metalografici sînt soluții apoase sau alcoolice ale unor substanțe chimice care, în contact cu suprafața lustruită a probei, pun în evidență structura. Reactivul de atac utilizat de obicei pentru oțeluri și fonte este nitalul, care reprezintă o soluție de 2-5% acid azotic în alcool. Alți reactivi utilizați în analiza microscopică sînt: persulfatul de amoniu, clorura cuprică amoniacală, soluție de fericianură, diverse soluții de acizi etc.

In timpul lustruirii mecanice, la suprafața probei se formează un strat fin de material puternic deformat (numit stratul lui Beilby) care acoperă spațiile intergranulare, denaturînd aspectul microstructurii (fig14.2.a.). Prin atacul metalografic acest strat este înlăturat, astfel că apare clar aspectul real al microstructurii (fig.14.2.b).

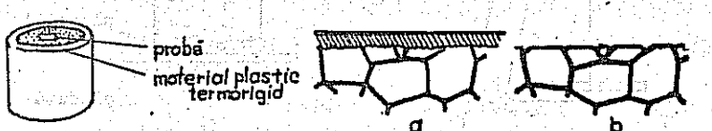


Fig. 14.1.

Fig. 14.2.

Diferențierea constituenților prin atac chimic se bazează pe unul din următoarele efecte:

- dizolvarea superficială selectivă a diferiților constituenți;

- colorarea datorită fenomenelor de interfață ce apar într-o peliculă transparentă, formată pe suprafața unor constituenți;

- depunerea unui precipitat format la suprafața unui constituent prin reacție chimică.

Atacul chimic poate să scoată în evidenţă nu numai constituenţii diferiţi, dar şi structura policristalină a unui singur constituent. Într-adevăr se ştie că limitele de grăunţi reprezintă pe de o parte o concentrare de impurităţi, pe de altă parte o concentrare de defecte de reţea, ceea ce duce la creşterea reactivităţii chimice în această zonă. Astfel suprafeţele de separaţie şi limitele grăunţilor şi chiar grăunţii cu orientări diferite faţă de planul eşantionului pot fi scoase în evidenţă datorită solubilităţii şi reactivităţii selective.

Pentru examinare la microscop suprafaţa probei trebuie să fie perpendiculară pe axul optic al microscopului. În acest scop proba este fixată pe o plăcuţă; prin intermediul plastilinei şi cu ajutorul unei prese de mînă (fig.14.3.) suprafaţa probei este adusă paralel cu faţa plăcuţei.

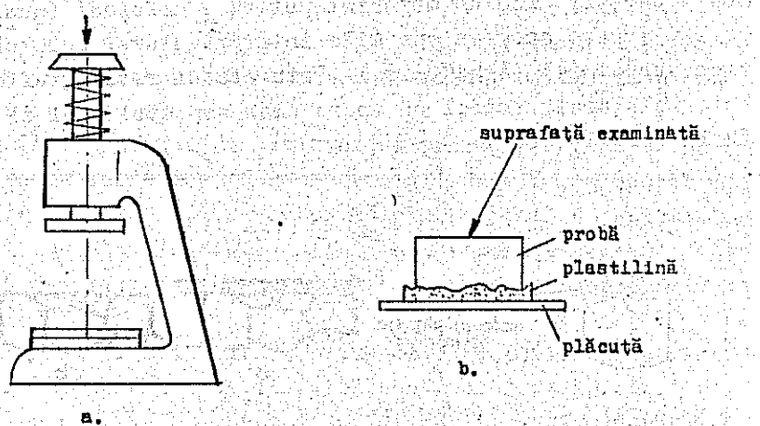


Fig. 14.3.

Plăcuţe se aşează pe măsuţa microscopului, care prin construcţie este perpendiculară pe axul optic al aparatului. Se reglează claritatea imaginii, după care se poate trece la studiul microstructurii. Fotografierea microstructurii se realizează prin intermediul microscoapelor care sînt dotate cu accesorii speciale (obiective, oculare etc.). Microfotografiile se execută pe plăci

fotosensibile sau pe filme negative iar pentru copiere şi mărire se utilizează hîrtii fotografice obişnuite.

1.1.2. Examenul microscopic

Studiul microstructurii probelor se realizează cu ajutorul microscopului metalografic.

Microscopul metalografic este un microscop obişnuit, la care s-au făcut unele adaptări în vederea folosirii lui în cercetările metalografice. Deosebirea esenţială constă în faptul că, la microscopul obişnuit, observarea imaginii mărite se face prin transparenţă, în timp ce la microscopul metalografic datorită opacităţii metalului, imaginea mărită a structurii se observă în lumină reflectată. În acest scop microscopul metalografic este prevăzut cu un dispozitiv pentru iluminarea suprafeţei lustruite.

Părţile componente ale unui microscop metalografic sînt:
- sistemul optic cu accesoriile pentru fotografiat;
- sistemul de iluminare;
- mecanismul de susţinere şi reglare.

Sistemul optic cuprinde în esenţă obiectivul, ocularul, oglinzi şi prisme. Obiectivul reprezintă un complex de lentile montate într-un tub; o lentilă frontală plan-convexă determină puterea de mărire a lui, iar o serie de lentile de corecţie sînt destinate să înlăture aberaţia cromatică şi sferică. Ocularul este format şi el dintr-un grup de lentile, avînd o anumită putere de mărire. El are rolul de a mări şi corecta (de unele defecte c ice) imaginea dată de obiectiv. Puterea de mărire totală M a microscopului este legală cu produsul dintre puterea de mărire a obiectivului M_{ob} şi puterea de mărire a ocularului M_{oc}:

$$M = M_{ob} \times M_{oc}$$

Obiectivul şi ocularul sînt fixate la microscop la capetele unui tub. Orice microscop metalografic este dotat cu mai multe obiective şi oculare schimbabile, care au diferite puteri de mărire, astfel că prin combinarea lor se obţine puterea de mărire dorită.

Puterea de rezoluţie, d, este caracteristica cea mai importantă a unui microscop şi reprezintă distanţa minimă între două puncte pentru care microscopul dă imagini distincte;

$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$$

unde λ este lungimea de undă a luminii monocromatice folosite, n indicele de refracţie al mediului optic iar α jumătatea unghiului de deschidere al obiectivului.

Modul de formare a imaginii în microscop este următorul: obiectivul - aşezat în apropierea obiectului formează o imagine mărită, reală şi răsturnată a obiectului, această imagine este mărită în continuare de ocular şi ea poate fi observată fie direct cu ochiul, fie proiectîndu-o pe un geam mat sau pe o placă fotografică. Deoarece distanţa dintre obiectiv şi ocular este fixă, echivalentă cu lungimea tubului microscopului, imaginea primară dată de obiectiv poate fi aşezată faţă de ocular la diferite depărtări, prin variarea distanţei dintre obiect şi obiectiv.

Sistemul de iluminare se compune, în general din: sursa de lumină, lentile, filtre colorate, diafragme. Deoarece pentru mariri mari, obiectul este plasat foarte aproape de obiectiv, nu-i posibil să se trimită un fascicul incident direct pe probă, sistemul de iluminare trebuie inclus deci în construcţia microscopului, iluminarea efectuîndu-se prin obiectiv. Iluminarea la microscopul metalografic poate fi:

- iluminarea în cîmp luminos sau verticală, cînd fasciculul incident de lumină cade perpendicular pe suprafaţa cercetată (fig.14.4.a.). În acest caz, suprafaţa plană a structurii apare luminoasă, iar adînciturile apar întunecate, aspect similar aceluia care ar fi observat cu ochiul liber, dacă acesta ar putea percepe detaliile puse în evidenţă de microscop;

- iluminarea în cîmp întunecos sau oblică cînd fasciculul incident cade înclinat pe suprafaţa cercetată (fig.14.4.b.).

În majoritatea cazurilor este utilizat primul sistem de iluminare. El se realizează prin aşezarea unei lame cu feţe paralele, înclinată la 45° sau a unei prisme cu reflexie totală pe axul optic al microscopului, în spatele obiectivului; aceasta reflectă fasciculul incident, prin obiectiv spre suprafaţa cercetată, paralel cu axul optic. În fig. 14.5., este reprezentat sistemul de iluminare verticală realizat prin folosirea unei prisme cu reflexie totală.

Ca surse de lumină se utilizează becuri de tensiune joasă, lămpi cu arc şi lămpi cu vapori de mercur.

În fig.14.6. este prezentat microscopul metalografic M.C.-2 (IOR). El este un microscop vertical cu măsuţă inferioară, care permite studiul în cîmp luminos şi în cîmp întunecat cu lumină normală şi cu lumină polarizată la mariri pînă la 1000:1.

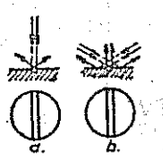


Fig.14.4.

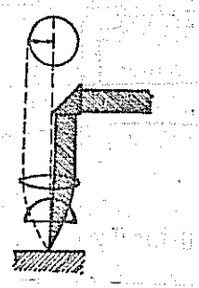


Fig.14.5.

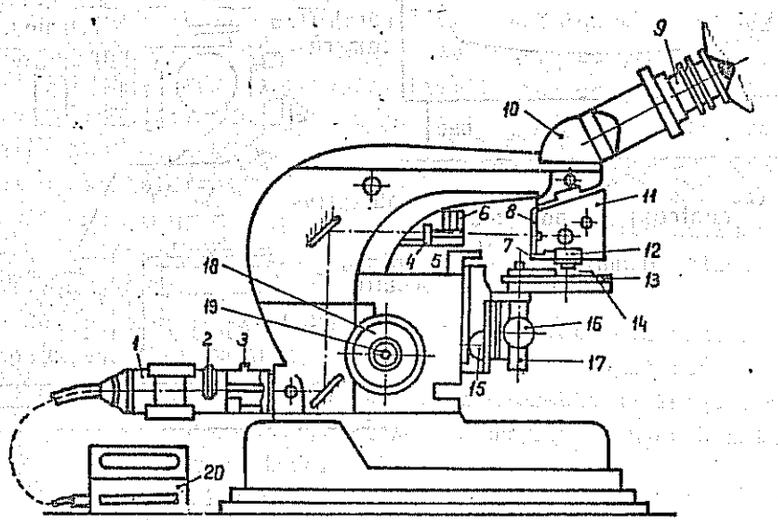


Fig.14.6.

1- sursa de lumină; 2- placa mată; 3- condensator; 4-diafragma de reglaj al mărimii cîmpului de iluminare; 5- filtre de culori; 6- polarizor ; 7 - diafragma de apertură (de reglaj al unghiului conului luminos); 8- difragma de reglare a cîmpului întunecat; 9- ocular; 1o- prismă; 11- corp iluminator; 12-obiectiv; 13- măsuţă pentru aşezarea probei; 14- clemă de fixare; 15-şurub de fixare a măsuţei; 16- buton pentru deplasare longitudinală măsuţă; 17- buton pentru deplasarea transversală a măsuţei; 18- tambur de reglare normală a claritătii imaginii; 19-buton micrometric de reglare fină a claritătii imaginii; 2o-transformator de alimentare.

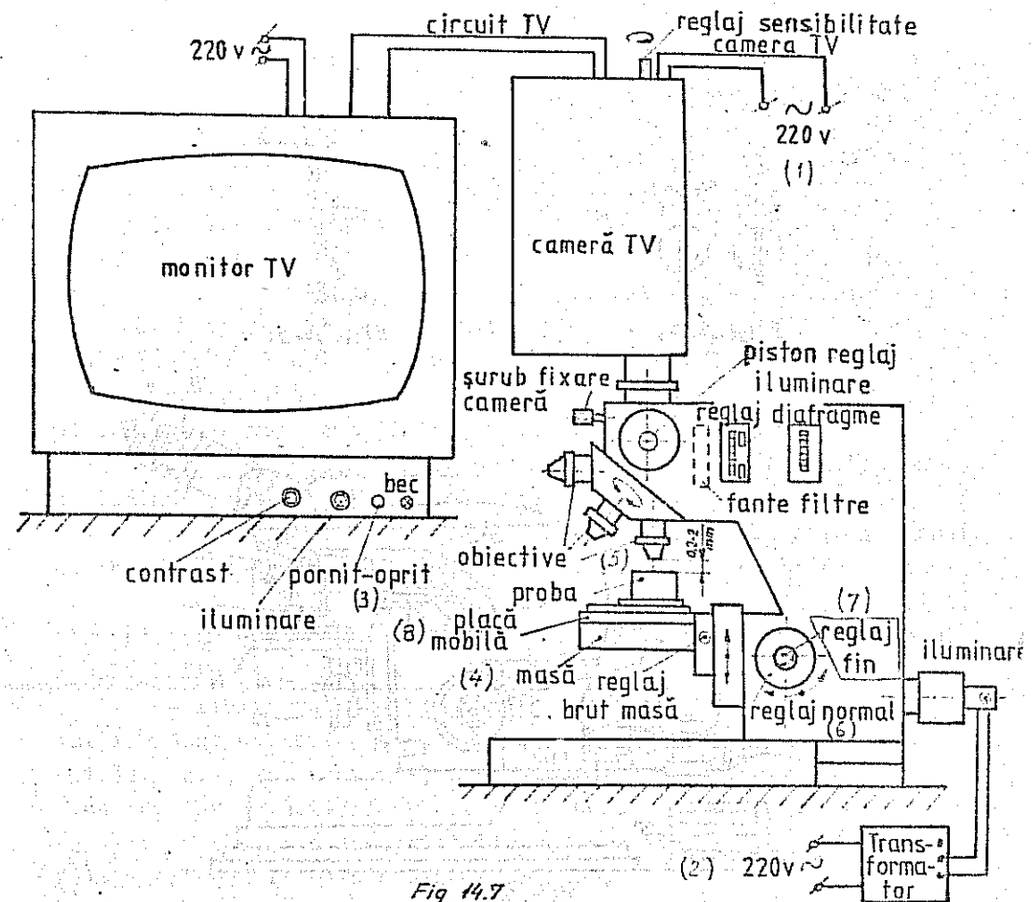


Fig 14.7

Instalaţie pentru studiul metalografic prin televiziune

1.2. Constituenţi metalografici ai metalelor şi aliajelor

1.2.1. Definiţii

Noţiunea de <u>component</u> se referă la un element chimic care intră în alcătuirea unui aliaj. <u>Faza</u> este o parte omogenă a unui metal sau aliaj. Ea are aceleaşi proprietăţi în toată masa sa.

O fază poate fi formată din unul sau mai mulţi <u>componenţi</u>. Noţiunea de <u>constituent metalografic</u> a fost introdusă din motive de ordin practic. Constituentul nu trebuie să fie confundat cu faza. Constituienţii unui domeniu pot fi evidenţiaţi prin examinare cu microscopul metalografic, ei fiind alcătuiţi din una sau mai multe faze.

Relaţiile între fazele unui grup de aliaje alcătuite din aceleaşi componenţi, în condiţiile echilibrului, pot fi examinate pe diagrame, în coordonate temperatură- concentraţie, numite <u>diagrame de echilibru</u> .

Structura materialelor metalice poate fi alcătuită din următorii constituienţi metalografici: metal pur, soluţie solidă, compus intermetalic, amestec mecanic. Primii trei constituienţi reprezintă faze ale sistemului de aliaje şi pot apărea fiecare sub formă de cristale omogene, cu aceeaşi compoziţie chimică în oricare punct al cristalului. Amestecul mecanic (agregatul cristalin) este un constituent eterogen fiind format dintr-un amestec intim din cel puţin două faze, care pot fi metalul pur, soluţia solidă sau compusul intermetalic.

Constituenţii unui aliaj determinaţi după diagrama de echilibru corespund numai unui caz particular şi anume stării de echilibru, obţinută prin încălziri şi răciri deosebit de încete; orice alt regim de încălzire şi răcire duce la obţinerea unor constituenţi deosebiţi de cei de echilibru.

1.2.1.1. Metalul pur

In stare turnată sau recoaptă metalele pure apar la microscop sub formă de grăunţi poligonali, care reprezintă secţiuni prin cristalele metalului. Forma neregulată se explică prin interferenţa la solidificare cu grăunţii vecini.

Printr-un atac uşor sînt puse în evidenţă limitele dintre grăunţi, iar printr-un atac mai intens grăunţii apar colorati diferit. Intensitatea de atac variază cu orientarea grăunţilor şi este cauzată de existenţa unor proprietăţi diferite de atac după orientări diferite.

In fig.14.8.a. este arătată structura fierului pur, laminat şi recopt, lustruit şi atacat cu nital 2%: se observă grăunţii poligonali de fier pur colorati diferit. Fiecare grăunte are aceeaşi compoziţie, omogenă în toată masa lui, adică există o singură fază.

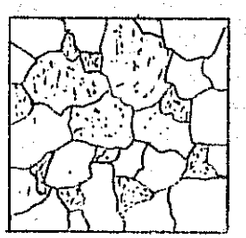
1.2.1.2. Soluţia solidă

Se numeşte soluţie solidă un amestec la scară atomică a cel puţin două metale sau a unui metal cu un metaloid, care formează în stare solidă o singură fază. Se pot distinge trei tipuri de soluţii:

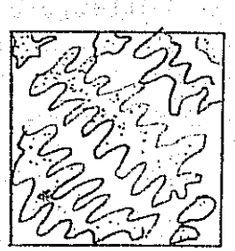
- soluţie solidă de substituţie, obţinută prin înlocuirea (substituirea) atomilor unui metal cu atomi ai celuilalt component. Pentru a forma asemenea soluţii solide razele atomice ale celor doi componenţi trebuie să fie apropiate. Reţeaua cristalină a soluţiilor solide de substituţie este identică cu cea a unuia din metalele componente; există şi situaţii - mai rare în care reţeaua cristalină a soluţiei solide să difere de cea a componenţilor aliajului(soluţia solidă intermediară);

- soluţia solidă de interstiţie se obţine prin amplasarea atomilor dizolvaţi în spaţiul dintre atomii metalului de bază. Pentru aceasta este necesar ca atomii elementului dizolvat să aibă dimensiuni foarte mici- cazul carbonului, hidrogenului, azotului, borului. Intrucît spaţiile interatomice sînt mici, pătrunderea unui atom străin în aceste spaţii duce la deformarea reţelei cristaline a metalului de bază, ceea ce are drept consecinţă limitarea numărului de atomi pătrunşi în reţea, pe de o parte şi o modificare profundă a proprietăţilor aliajului, faţă de cele ale metalului de bază, pe de altă parte;

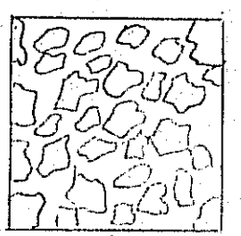
- soluţia solidă ordonată este o soluţie solidă de substituţie la care, atomii dizolvaţi ocupă progresiv locuri bine determinate în reţeaua cristalină prin schimbarea poziţiei, fără ca celula elementară să se modifice.



a. Cupru pur, laminat şi recopt. Mărire 300:1 Atac nital 2 %.



b. Soluţie solidă neomogenă. Mărire 300:1 Atac clorură cuprică amoniacală



c. Soluţie solidă omogenă. Mărire 300:1 Atac persulfat de amoniu 10%

Fig.14.8.

Deoarece componenţii unei soluţii sînt distribuiţi la o scară

atomică, ei nu pot fi observaţi la microscop, deci nu există diferenţă între aspectul microscopic al unei soluţii solide şi al unui metal pur.

Soluţiile solide pot prezenta două aspecte diferite la microscop:

- în stare turnată, cu răcire rapidă: structura are aspect neomogen, dendritic, deoarece cristalele solidificate nu au timp să se omogenizeze. In fig.14.8.b., este reprezentată structura dendritică a unui bronz cu 10% Sn, în stare brută de turnare;

- în stare turnată şi recoaptă. La recoacere are loc procesul de omogenizare, provocat de difuziunea atomilor din zonele mai bogate spre zonele mai sărace. Ca urmare structura obţinută va fi formată din grăunţi poligonali coloraţi diferit după atac, fiind asemănătoare cu a metalului pur. In fig.14.8.c. este reprezentată structura aceluiaşi bronz din fig14.8.b, dar după recoacerea de omogenizare.

1.2.1.3. Compusul intermetalic

Compuşii intermetalici (definiţi) sînt combinaţii chimice ale metalelor sau ale metalelor cu metaloizi, care în general nu respectă legea valenţei. Ei pot fi exprimaţi printr-o formă simplă A_mB_n, posedă reţele cristaline proprii, se topesc la temperaturi determinate. Au duritate şi fragilitate mare. Compuşii intermetalici apar la microscop sub forme caracteristice: aciculare, lamelare, poliedrice, iar ca urmare a faptului că sînt foarte rezistenţi la atac rămîn necoloraţi şi în relief. In fig. 14.9. este reprezentată structura unui aliaj de cuzineţi de tip babit (85% Sn; 11%Sb, 6%Cu) în care compusul $SbSn$ apare sub formă de cristale pătratice iar compusul Cu_3Sn sub formă de cristale aciculare. In structura oţelurilor apare compusul definit Fe_3C numit cementită.

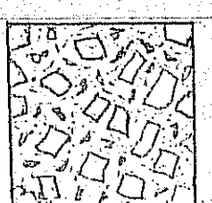


Fig.14.9. Structura unui aliaj de cuzineţi Sn-Sb-Cu. Mărire 300:1. Atac nital 2%.

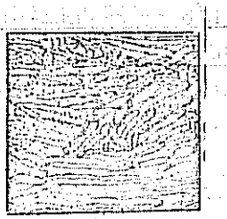


Fig.14.10. Agregat cristalin. Mărire 500:1. Atac nital 2%.

1.2.1.4. Agregat cristalin

Acest constituient eterogen poartă numele de eutectic, dacă se formează prin solidificare din topitură, sau de eutectoid dacă se formează în urma unor transformări în stare solidă într-o soluţie solidă. Aliajele Fe-C prezintă atît un eutectic (ledeburită) cît şi un eutectoid (perlită). La microscop eutecticul sau eutectoidul prezintă aspecte specifice lamelare, punctiforme etc.(fig.14.1o.) care pun în evidenţă structura de amestec de faze.

1.2.2. Constituenţii diagramei de echilibru Fe - C

1.2.2.1. Diagrama de echilibru Fe- C

Diagrama de echilibru a aliajelor Fe- C este reprezentată în figura 14.11. Dintr-o prima privire asupra diagramei se constată că ea conţine o transformare eutectică (pe linia ECF), una peritectică (pe linia HJB), una eutectoidă (pe linia PSK), două transformări cu variaţie de solubilitate (pe liniile ES şi PQ), un compus definit (punctul D) etc.

Diagrama prezintă starea de echilibru a aliajelor cu un conţinut de carbon $< 6,67$ % unde se formează compusul definit Fe_3C denumit cementită, deoarece numai aceste aliaje prezintă interes practic. Linia liquidus este ABCD iar linia solidus AHJECF.

Simplificată diagrama se prezintă ca în figura 4.12., cuprinzînd următoarele domenii şi zone:

Domeniul I - In lungul liniei AC se separă soluţia solidă de carbon în Fe δ denumită austenită , cu conţinut de carbon variabil între o şi 2,14 %. Acest domeniu este alcătuit deci din două faze: lichid + austenită.

Domeniul II - In lungul liniei CD se separă compusul definit Fe_3C denumit cementită, deci acest domeniu este alcătuit din două faze: lichid + cementită. Intrucît cementita se separă direct din lichid ea se numeşte cementită primară .

Linia eutectică ECF este situată la 1145°C. Eutecticul cu concentraţia de 4,3 %C se numeşte ledeburită şi este format din austenită conţinînd 2,14 % C (pct.E) şi cementită, prin reacţia:

$$\text{lichid}_C \rightleftharpoons \underbrace{\text{austenită}_E + \text{cementită}}_{\text{ledeburită}}$$

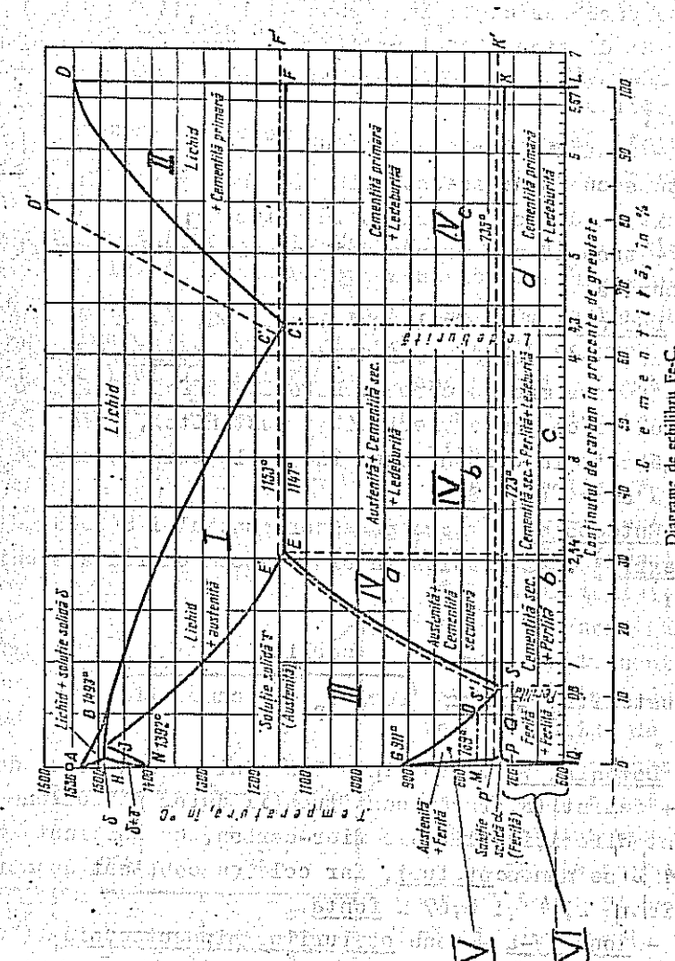


Fig. 14.11. Diagrama de echilibru Fe-C.

Domeniul III - El cuprinde o singură fază austenita, cu compoziţie chimică variabilă.

Domeniul IV - cuprinde două faze: austenita + cementita. In lungul liniei ES se separă cementita, numită secundară, din austenită care sărăceşte în carbon de la 2,14 % (pct.E) la o,8% (pct.S). Se disting astfel următoarele zone ale acestui domeniu:

- zona IV-a are doi constituenţi: austenita şi cementita secundară;

- zona IV b trei constituenţi: austenita, ledeburita şi cementita secundară; aceasta din urmă se separă din austenita liberă cît şi din cea cuprinsă în eutectic;

- zona IV-c cuprinde doi constituenţi: cementita primară şi ledeburită.

Domeniul V - In lungul liniei GS, în urma transformării alotropice $\delta \rightarrow \alpha$, din austenită se separă ferita, fierul α cu conţinut foarte mic de carbon. Datorită diferenţei mari între conţinutul de carbon al feritei şi austenitei, aceasta din urmă se îmbogăţeşte în carbon, ajungînd ca la temperatura de 723°C să atingă o,8 % (pct.S.).

Eutectoidul corespunzător punctului S(o,8 %C) se numeşte perlită . Se rezultă în urma descompunerii austenitei, după reacţia:

$$\text{austenită}_S \rightleftharpoons \overbrace{\text{ferită}_p + \text{cementită}}^{\text{perlită}}$$

Domeniul VI . Sub linia PSK sînt în echilibru două faze: ferita + cementita, însă constituenţii celor patru zone (VI_a-VI_b) sînt diferiţi. Aliajele fier-carbon, cu conţinut de carbon sub 2,14 % se numesc oţeluri, iar cele cu conţinut de carbon cuprinse între 2,14 şi 6,67 % fonte.

- Zona IV-a - zona oţelurilor hipoeutectoide (C% < o,8%) avînd drept consituenţi, ferita proeutectoidă şi perlita;

- Zona IV - b - zona oţelurilor hipereutectoide (C% - o,8....2,14), constituenţii fiind: cementita proeutectoica şi perlita;

- Zona VI c - zona fontelor albe hipoeutectice, constituenţii fiind: cementita secundară, perlita şi ledeburita. Este de remarcat

faptul că transformarea eutectoidă produsă în lungul orizontalei PSK afectează atît austenita liberă cît şi cea din ledeburită: rezultă de aici că ledeburita aflată sub temperatura de 721°C nu este identică cu cea situată deasupra acestei temperaturi (se obişnuieşte uneori că ledeburita de deasupra liniei PSK să se noteze cu I iar cea situată dedesubt cu II).

- Zona VI- d - zona fontelor albe hipereutectice cu constituenţii: cementita proeutectică şi ledeburita. Simplificările efectuate la prezentarea diagramei din figura 14.12. faţă de diagrama completă (fig.14.11.) privesc în principal două porţiuni situate în partea stîngă sus şi jos;

- Porţiunea ABHJN , prezintă o importanţă practică redusă. Porţiunea AB a liniei liquidus reprezintă separarea de cristale de soluţie solidă Feδ - C, cu conţinut maxim de carbon de o,4% (pct.B). Începînd de la 1487°C şi, pentru unele concentraţii de carbon, pînă la 1401°C, fierul δ se transformă în fier γ , formîndu-se austentita. Linia HJB este o linie peritectică, reacţia fiind:

soluţie solidă Feδ - $C_{(H)}$ + lichid $_B \rightleftharpoons$ austenită$_J$.

- Zona GPQ (punctul Q se află pe orizontala de 6°C). In această zonă există un singur constituent ferita, care reprezintă de fapt o soluţie solidă de carbon în fierul cu conţinut redus de carbon(max. o,o3% la 723°C). Solubilitatea carbonului în Fe descreşte cu temperatura, astfel încît în decursul răcirii, din ferită se separă carbonul sub formă de cementită, denumită terţiară (după curba PQ). Acest lucru face ca în toate zonele situate în domeniul VI, în dreapta curbei PQ să apară cementita terţiara drept constituent suplimentar. Dat fiind cantita-

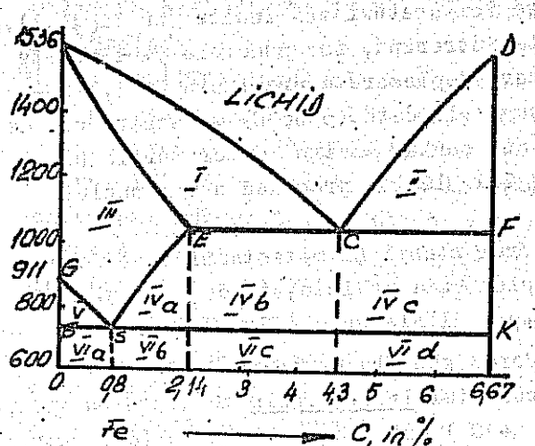


Fig.14.12.

tea redusă a acestui constituent, el nu se face simţit decît în oţelurile hipoeutectoide cu conţinut foarte scăzut de carbon.

In tabelul 14.1. este prezentată repartizarea fazelor şi constituenţilor din domeniul VI al diagramei:

Tabelul14.1.

Domeniul	Faze	Constituenţi
VI a	ferită+cementită	ferită proeutectoidă+perlită
VI b	ferită+cementită	cementită secundară+perlită
VI c	ferită+cementită	cementită secundară +perlită+ledeburită II
VI d	ferită+cementită	cementită primară+ledeburităII

Aliajele Fe-C sînt de două tipuri: unele conţin carbonul liber (grafit) şi corespund unei stări stabile, altele conţin carbonul sub formă de compus, Fe_3C (cementită) şi corespund unei stări metastabile. Din această cauză se poate vorbi de două diagrame de echilibru diagrama fier-grafit şi diagrama fier-cementită. Diagrama de echilibru prezentată pînă acum este diagrama metastabilă (fier-cementită). Diagrama stabilă (fier-grafit) este asemănătoare celei descrise mai sus, cu deosebirea că unele puncte şi linii ale diagramei sînt deplasate către temperaturi mai înalte (în fig14.11.) aceste linii sînt reprezentate întrerupt, iar punctele sînt notate cu indice „prim"). Cea mai mare deplasare o are linia C'D', tinzînd puternic spre o temperatură ridicată (3500^0C) - temperatura de topire a grafitului. Din această cauză, pentru temperaturile uzuale folosite în industria metalurgică, limita practică a carbonului este de cca. 5%.

Diferenţa între caracterul stabil şi metastabil este foarte relativă. Stabilitatea sistemului este influenţată de diverşi factori şi în special de temperatură şi elementele de aliere.

In cazul oţelurilor, forma stabilă nu apare decît în mod excepţional, deoarece viteza reacţiei <u>ireversibile</u> de descompunere a cementitei ($Fe_3C \longrightarrow 3Fe + C$) este neglijabilă la temperaturi relativ scăzute. Din această cauză, diagrama de echilibru metastabilă este aproape în exclusivitate utilizată pentru studiul acestei categorii de aliaje.

Cazul fontelor este mai complicat: reacţiile fizico-chimice

se pot desfăşura în sistemul stabil, parţial în sistemul metastabil, funcţie de viteza de răcire şi de alte elemente conţinute în aliaj.

In cele ce urmează vor fi prezentaţi constituenţii de echilibru ai diagramei Fe-C. Trebuie făcută însă observaţia că diagrama, aşa cum a fost descrisă corespunde numai stării de echilibru, obţinută prin încălziri şi răciri foarte lente. Practic vitezele de răcire fiind mai mari decît cele corespunzătoare stării de echilibru, în structura aliajelor Fe-C vor apare şi alţi constituenţi în afara celor de echilibru.

1.2.2.2. <u>Constituenţii oţelurilor</u>

In structura oţelurilor pot apare următorii constituenţi de echilibru: ferita, perlita, cementita secundară, austenita (v. tabelul 14.1.).

a. <u>Ferita</u> este o soluţie de C în Fe α . Ea dizolvă cantităţi foarte mici de C, de ordinul sutimilor sau miimilor de procent şi anume 0,03 %C la 721^0C (punctul P din diagrama Fe-C) şi 0,001 % C la 0^0C (punctul Q).

Ferita apare în oţelurile hipoeutectoide fie sub formă de <u>grăunţi alotriomorfi</u> (în oţelurile cu mai puţin de 0,5%C, fig. 14.13.a), fie sub formă de <u>reţea celulară</u> (în oţelurile cu mai mult de 0,5% fig.14.13.b). Ferita mai poate să apară şi sub formă <u>lamelară</u> (fig.14.14.) în alcătuirea amestecului mecanic (eutectoid) perlită. In cazul unor viteze foarte mari de răcire se obţine o ţa numita structură Widmanstätten în care ferita apare sub forma unor ace (fig.14.13.c.). Ferita se separă mai uşor la limita grăuntelui de austenită (cazul reţelei celulare). In cazul unei difuziuni încetinite (ca urmare a unei viteze mari de răcire, de exemplu) separarea feritei se poate face şi în interiorul grăuntelui (cazul structurii Widmanstatten). Deci un grăunte mic de austenită şi o viteză mică de răcire favorizează apariţia structurii celulare iar un grăunte de austenită mare şi o viteză mare de răcire conduc de regulă la o structură Widmanstätten.

Ferita are următoarele proprietăţi: HB = 80; R =280....300 N/mm^2, KCU = 300 J/cm^2, δ=50%. Ea conferă oţelurilor plasticitate şi rezilienţă mare. Este magnetică.

b. <u>Perlita</u> - constituentul metalografic caracteristic al oţelurilor rezultă prin descompunerea austenitei cu 0,8%C, la

temperatura de 723°C. Este un amestec mecanic (eutectoid) format din lamele de ferită alternînd cu lamele de cementită (fig. 14.14.). La atacul de scurtă durată cu nital, la mariri mici ale microscopului, deşi culoarea feritei şi cementitei este deschisă, porţiunile de perlită au aspect uniform, nuanţă închisă. După şlefuire şi lustruire, cementita fiind mai dură, rămîne în relief, dînd un efect de umbrire a structurii. Efectul de umbrire a structurii este accentuat în cazul atacului cu reactivi mai puternici, la durate de atac mai mari, deoarece ferita se dizolvă, iar cementita apare şi mai în relief. Perlita are următoarele proprietăţi: HB = 2oo, R = 8o-85 daN/mm^2, KCU = 8o...1oo J/cm^2; δ = 1o%. Ea confera

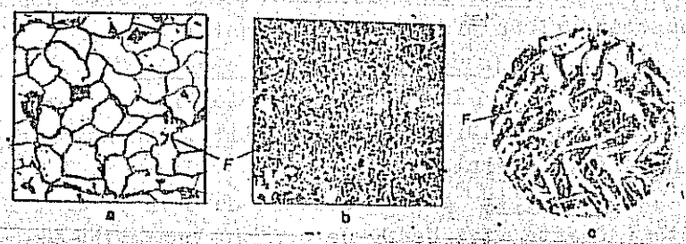


Fig.14.13.

a. Ferită(F) granuli alotriomorfi. Atac nital 2%. Mărire 3oo:1.
b. Ferită(F) reţea. Atac nital 2%. Mărire 3oo:1.
c. Ferită. Structură Widmanstatten. Atac nital 2%. Mărire 1oo:1.

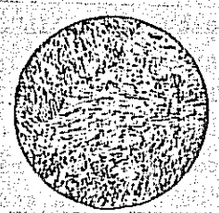


Fig.14.14. Perlită lamelară. Atac nital 2%. Mărire 5oo:1.

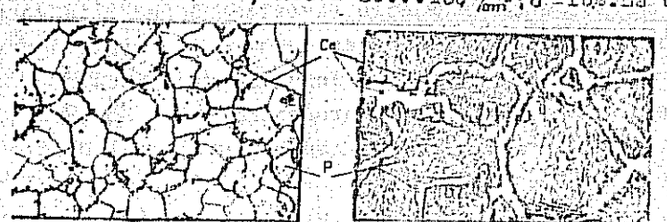


Fig.14.15.
Oţel hipereutectoid. Perlită(P)+cementită reţea(Ce).
a. Atac picrat de sodiu 1o%. Mărire 3oo:1.
b. Atac nital 2%. Mărire 5oo:1.

oţelurilor rezistenţă şi elasticitate.

c. Cementita (Fe_3C) este un compus intermetalic conţinînd 6,67%C. Ea poate apare în structura oţelurilor fie liberă sub formă de reţea în oţelurile hipereutectoide fie sub formă de lamele, asociată cu lamele de ferită în perlită (fig.14.14.). In oţelurile hipereutectoide reţeaua de cementită este continuă şi foarte fină (fig.14.15.).

Cementita este foarte dură, avînd HB = 7oo, şi are o rezistenţă de rupere la tracţiune foarte mică (R = 4daN/mm^2). Ea conferă oţelurilor duritate şi fragilitate ridicate.

d. Austenita este o soluţie solidă de C în Fe γ , conţinînd carbon între o,8% la 723°C şi 2,o6% la 1147°C. Ea se găseşte în structura oţelurilor nealiate la temperaturi mai mari de 723°C, precum şi în structura unor oţeluri aliate la temperatura ordinară (de exemplu a oţelurilor austenitice oţeluri aliate cu Ni, Mn, Co, Cu, N, (fig. 14.16.).

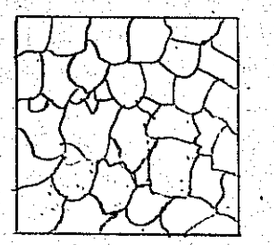


Fig.14.16. Austenită. Atac anhidridă cromică 10 %. Mărire 250:1

Prezenţa austenitei conferă oţelului proprietăţi bune de plasticitate.

1.2.2.3. Constituenţii fontelor

a. Constituenţii fomtelor albe

Fontele albe sînt denumite astfel datorită culorii argintii pe care o au în ruptură, culoare datorată prezenţei cementitei în structura acestor fonte. Transformările care se produc în structura acestor fonte se fac conform diagramei metastabile Fe- cementită. In structura acestor fonte se întîlnesc următorii constituenţi: ledeburita, cementita, perlita.

a_1 Ledeburita , eutecticul diagramei $Fe-Fe_3C$, la temperatura de solidificare de 1145°C este un amestec mecanic de austenită

saturată în carbon (2,08%) şi cementită, iar la 723°C devine amestec mecanic de perlită şi cementită. Aspectul microscopic al ledeburitei, după atac, este punctiform-sebrat (fig.14.17.).

a_2. Cementita se separă în fontele albe fie din austenită, în limitele grăunţilor (în fontele hipoeutectice, fig.14.18.) fie din topitură sub formă de cristale aciculare (în fontele hipereutectice, fig.14.19.).

a_3 Perlita se găseşte în fontele albe hipoeutectice fie liberă (separată din austenită liberă) fie în ledeburită(v.fig. 14.17.-14.19.)

b. Constituenţii fontelor cenuşii

Fontele cenuşii sînt fontele în care carbonul se găseşte liber sub formă de grafit. Se numesc astfel datorită culorii pe care o prezintă în ruptură. Transformările structurale au loc în aceste fonte conform diagramei Fe - grafit. În aceste fonte grafitul se poate găsi sub formă de lamele (fig.14.20.) sub formă sferoidală (fonte cu grafit nodular, fig.14.21.) sau sub formă de cuiburi (fontă maleabilă, fig.14.22.).

În funcţie de modul de preparare poate fi:

- grafit primar separat direct din lichid înainte de solidificarea eutecticului sub formă de lamele mari, se găseşte în fontele hipereutectice;

- grafit eutectic separat la temperatura eutecticului sub formă de lamele de diverse mărimi, de obicei distribuite sub formă de rozetă;

- grafit secundar este întîlnit mai rar, el depunîndu-se de obicei pe lamelele de grafit deja separate.

Fig.14.17.
Ledeburită.Fontă albă eutectică.Atac nital.Mărire 100:1.

Fig.14.18.
Fontă albă hipoeutectică,3%C. Atac nital 2%.Mărire 100:1.

Fig.14.19.
Fontă albă hipereutectică, 5%C(ledeburită+cementită primară),Atac nital.Mărire 100:1.

În afară grafitului în structura fontelor cenuşii se mai găsesc următorii constituenţi; ferite, perlite, cementita. Aceşti constituenţi formează masa metalică de bază în care este înglobat grafitul, masă de bază care poate fi formată din:

- perlita şi cementită (fonte cenuşii perlito-cementitice sau pestriţe) ;
- perlită (fonte cenuşii perlitice) ;
- perlită şi ferită (fonte cenuşii perlito-feritice) ;
- ferită (fonte cenuşii-feritice);

Fonta cenuşie neatacată, observată la microscop prezintă grafitul în masa metalică de bază (v. fig.14.20-4.22). Prin atacarea probei se pune în evidenţă structura masei metalice de bază (fig.14.23.- 14.25.).

Fig.14.20.
Fontă cenuşie cu grafit lamelar.Mărire 100:1.Probă neatacată.

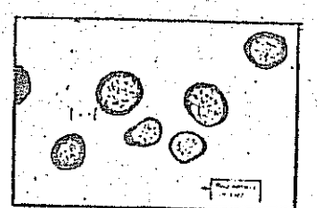


Fig.14.21.
Fontă cu grafit nodular.Mărire 300:1.Probă neatacată.

Fig.14.22.
Fontă maleabilă(grafit cuiburi). Mărire 200:1.Probă neatacată.

Fig.14.23.
Fontă cu grafit nodular feritică.Mărire 250:1.Atac nital 2%.

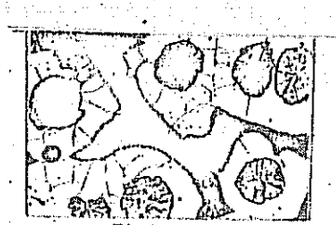


Fig.14.24.
Fontă cu grafit nodular ferito-perlitică.Mărire 250:1.Atac nital 2%.

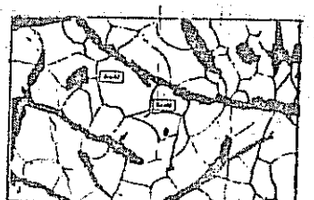


Fig.14.25.
Fontă cenuşie cu grafit lamelar feritică.Mărire 250:1. Atac nital 2%.

1.2.3. Constituenţii aliajelor neferoase

Toate aliajele neferoase îşi au diagramele lor de echilibru şi în concordanţă cu acestea, constituenţii lor metalografici. De regulă, aceştia se prezintă (la temperatura ambiantă) ca soluţii solide, agregate cristaline sau compuşi intermetalici (vezi subcapitolul 1.2.1.).

In figura 14.26 se prezintă diagrama de echilibru a alamelor (CuZn), iar în figurile 14.27 şi 14.28 se prezintă aspectul metalografic al alamei α (deformată plastic şi recoaptă), respectiv a alamei $\alpha + \beta'$ turnate.

In figurile 14.29 şi 14.30 se prezintă diagramele de echilibru a bronzurilor obişnuite (Cu-Sn) şi respectiv a bronzurilor de aluminiu (Cu-Al).

Structurile acestora vor fi studiate comparativ cu imaginile din atlasul metalografic existent în laborator.

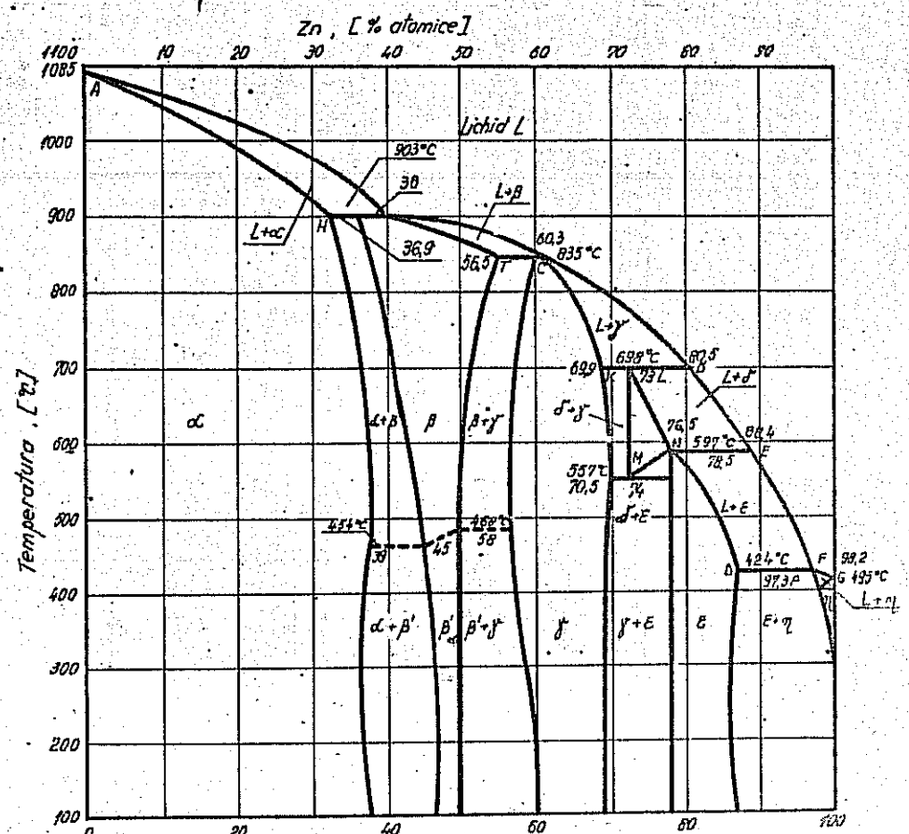


Fig. 14.26. Diagrama de echilibru Cu-Zn

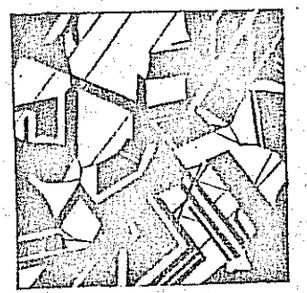


Fig. 14.27

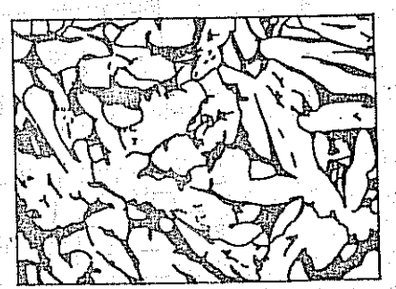


Fig. 14.28

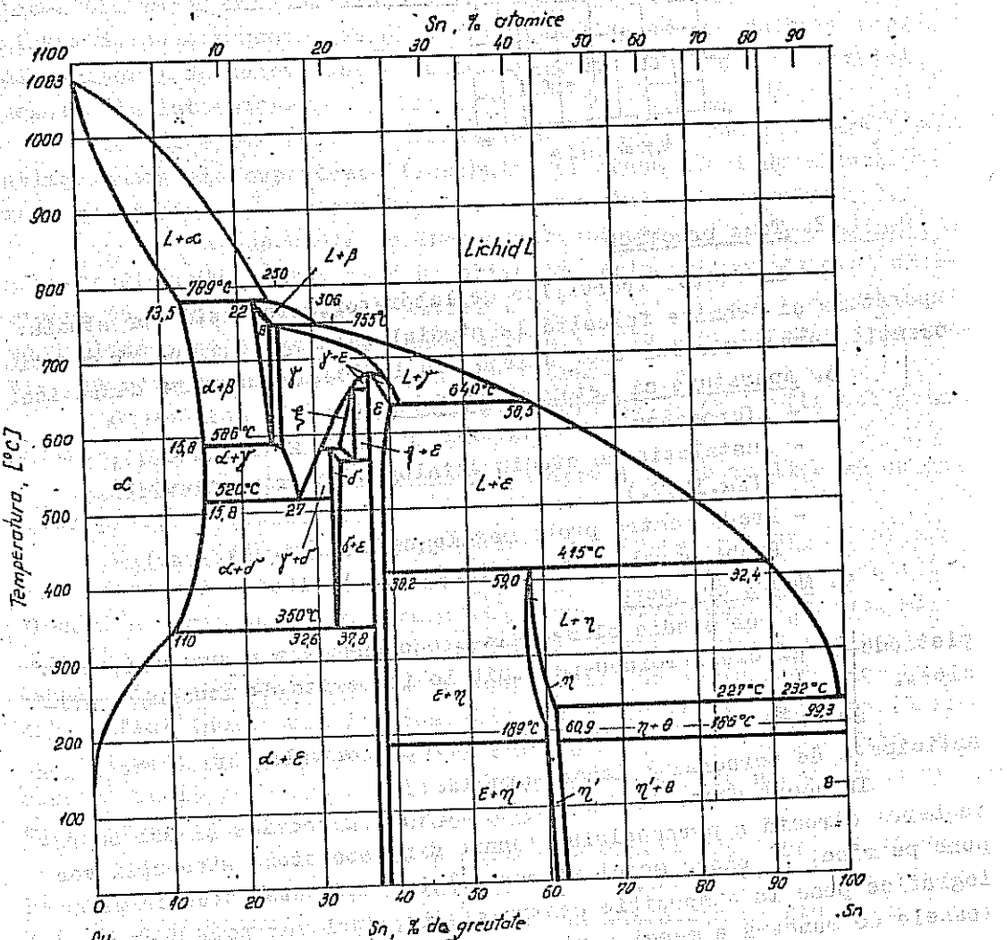


Fig. 14.29. Diagrama de echilibru Cu-Sn

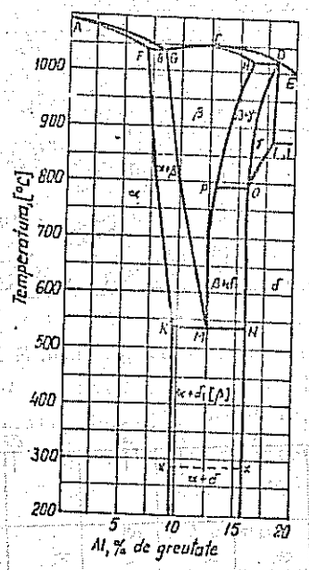


Fig. 14.30

2. Tema practică

In cadrul lucrărilor de laborator, studenţii vor studia: aparatura şi tehnica folosită la studiul metalografic, ca şi constituenţii caracteristici unor aliaje, la indicaţia cadrelor didactice.

3. Aparatura şi materialele folosite:

- Microscopul metalografic tip M.C. 2 (fig.14.6.);
- Instalaţia de studiu metalografic prin televiziune; (fig.14.7.)
- Prese pentru probe metalografice (fig.14.3.a.);
- Probe metalografice (fig. 14.3.b.).

4. Modul de lucru

Se vor studia elementele componente ale aparaturii, completîndu-se şi clarificîndu-se schiţele întocmite de studenţi anticipat.

Se vor studia constituenţii probelor metalografice pregătite anticipat, de personalul laboratorului.

In acest scop, la indicaţia cadrelor didactice şi sub supravegherea directă a personalului tehnic din laborator, studenţii vor pune pe rînd, pe placa mesei microscoapelor indicate, probele metalografice puse la dispoziţie pentru studiu, apoi vor roti uşor butoanele de manevră a mesei pentru probe, pînă cînd distanţa dintre suprafaţa superioară a probelor şi obiectiv este de 2,5...3 mm.

Apoi se urmăreşte imaginea obţinută în ocular (sau, respectiv pe ecranul monitorului de televiziune) continuînd rotirea butoanelor de reglaj în acelaşi sens, pînă la iluminarea cîmpului vizual (sau a ecranului) şi apariţia clară a imaginii.

Pentru reglajul foarte fin al clarităţii se folosesc butoanele de reglaj fin, mai mici şi coaxiale cu cele de reglaj normal.

Se va evita atingerea probelor de obiectiv !

4.1. Studiul metalografic prin televiziune. Instrucţiuni de lucru (vezi fig.14.7.)

Se introduc în prize ştecherele (1) şi (2) şi se apasă pe butonul (3) de pe monitor, constatîndu-se că se aprinde sistemul de iluminare de pe microscop, ca şi becul semnalizator, de culoare verde, de pe monitorul de televiziune. In caz contrar, se anunţă personalul tehnic din laborator.

Se iau epruvetele, simbolizate cu cifre şi numere, fără a se atinge suprafaţa superioară (lustruită şi atacată) şi se aşează pe masa de studiu (4) a microscopului, în dreptul obiectivului (5).

In caz că epruveta nu încape sub obiectiv fără a-l atinge, se măreşte distanţa dintre masă şi obiectiv, prin rotirea rozetei exterioare (6) a microscopului, astfel încît partea de sus a acestuia să se deplaseze spre operator, dacă epruveta este prea departe de obiectiv, se roteşte rozeta (6) în sens contrar.

Deplasarea fină pe varticală a epruvetei, se realizează prin rotirea tamburului micrometric (7).

Deplasarea în plan orizontal a epruvetei se realizează cu ajutorul plăcilor mobile (8).

Se verifică aceste posibilităţi de deplasare a epruvetei aşezate pe masa de studiu (4) a microscopului şi în caz că se constată blocări ale rozetelor sau tamburilor, sau jocuri mari (evntual mişcări în gol) ale acestora, se informează despre aceasta personalul tehnic din laborator, în vederea depanării. Se deplasează uşor epruveta astfel încît zona interesantă a acesteia să fie poziţionată în dreptul axei optice a obiectivului şi la o distanţă optimă faţă de aceasta, încît pe ecranul televizoului să apară imaginea clară a structurii studiate, în zona interesantă.

In cazul că se constată stricarea clarităţii imaginii la deplasarea orizontală a epruvetei, se repoziţionează prin presare epruveta pe plăcuţa cu plastilină, astfel ca suprafaţa de studiu să fie paralelă cu sursa de studiu.

5. Rezultatele experimentale şi prelucrarea lor

Se vor desena imaginile structurilor metalografice, precizîndu-se : - materialul ;
- starea de prelucrare;
- tratamentul termic;
- constituenţi metalografici identificaţi;
- scara imaginii desenate; .

6. Interpretarea rezultatelor şi comentarii

Studenţii vor interpreta posibilităţile de identificare a materialelor prin studiul metalografic.

Se va comenta individual, măsura în care proprietăţile diferiţilor constituenţi influenţează direct anumite proprietăţi funcţionale sau tehnologice ale materialelor studiate. Se va arăta cum poate fi modificată natura constituenţilor unui aliaj metalic, în scopul modificării proprietăţilor lui tehnologice.

CAPITOLUL 15

RECONDITIONAREA PRIN INCARCARE SAU METALIZARE

1. Noţiuni de bază

Încărcarea prin sudare şi metalizarea se folosesc în special pentru recondiţionarea pieselor uzate pe suprafeţele intens solicitate.

Încărcarea prin sudare constă în depunerea pe suprafeţele metalice a unor straturi relativ groase de metal cu proprietăţi convenabile, folosindu-se procedee şi utilaje asemănătoare cu cele folosite la sudare.

Metalizarea constă în depunerea unor straturi de grosime limitată (cel mult 3...4 mm) de metal pe suprafeţe metalice sau nemetalice, folosind în acest scop procedee şi utilaje similare cu cele utilizate la sudare, sau alte tipuri de procedee, de exemplu chimice, electrochimice, termoionice şi altele.

Obiectul lucrării îl constituie studierea utilajelor şi tehnicii de lucru, obişnuite, la încărcarea prin sudare manuală cu arc electric şi la metalizarea prin pulverizare.

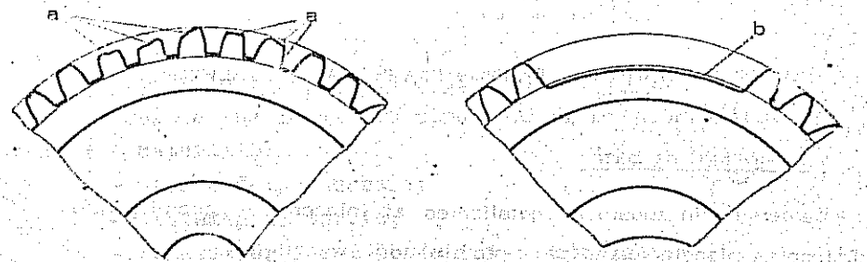
A. Încărcarea prin sudare manuală, cu arc electric

Procedeul este folosit la repararea prin sudare a unor zone mici din suprafeţele deteriorate ale unor piese, ca urmare a uzării, fisurării sau desprinderii unor elemente de suprafeţe intens solicitate, sau ca urmare a unor alte cauze, accidentale, producătoare de suprasolicitări, în piese de oţel sau fontă.

In vederea recondiţionării se parcurg următoarele etape: prelucrarea de pregătire a suprafeţelor, protejarea suprafeţelor vecine, încărcarea propriuzisă, tratarea termică, prelucrarea mecanică şi controlul calităţii.

Uneori, unele etape se reiau, constituind faze sau chiar operaţii distincte.

Pregătirea suprafeţelor se face prin prelucrarea prin aşchiere a zonei ce urmează a fi încărcată, astfel ca aceasta să aibă o formă regulată şi să nu conţină impurităţi care ar putea dăuna procesului de sudare şi calităţii încărcării. Zona deteriorată poate fi de exemplu o dantură a unei roţi, cu dinţi rupţi constituind o suprafaţă foarte neregulată, pe care arcul electric este menţinut foarte greu la aceeaşi lungime, cu implicaţii în calitatea depunerii metalului de adaos şi este deci necesară prelucrarea prin aşchiere pentru obţinerea unei suprafeţe regulate în zona de încărcat, conform figurii ce urmează.



a—Suprafaţa deteriorată b—Suprafaţa prelucrată

Fig. 1

Prelucrarea mecanică prin aşchiere se recomandă şi în cazul pregătirii unor suprafeţe cu denivelări mai mici, existente de regulă în cazul suprafeţelor uzate ale fusurilor arborilor şi osiilor, deoarece prin aceasta se îndepărtează zona influienţată termic şi zona de trecere de la metalul de bază la cel de adaos (a se vedea capitolul SUDARE - noţiuni de bază) - ambele puternic tensionate, de zona în care au loc solicitările funcţionale ale pieselor.

Suprafeţele fisurate ale pieselor din fontă trebuie prelucrate în mod special: La capetele fisurilor trebuie executate găuri cilindrice pentru evitarea propagării fisurii ca urmare a tensiunilor ce apar ca urmare a contracţiilor la răcirea sudurii, iar rostul viitoarei zone sudate (v. acelaşi cap.) trebuie executat astfel încît metalul de adaos să se ancoreze cît mai sigur de metalul de bază, de regulă prin intermediul unor prezoane, şuruburi sau alte elemente din OTEL, fixate înainte de sudare, în metalul de bază. Exemple de astfel de sisteme de pregătire se dau în figura de mai jos.

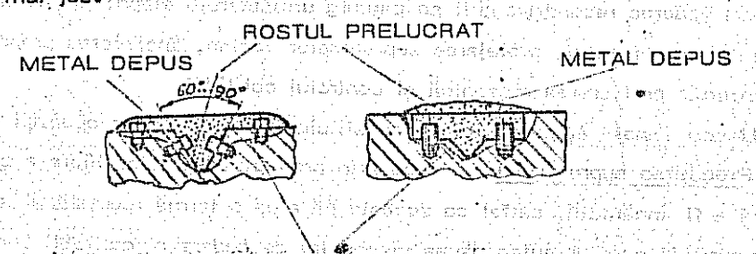


Fig. 2

In cazul că nu se face totuşi o prelucrare mecanică, (în cazul suprafeţelor mici) se recomandă curăţirea cu perii metalice sau sablarea .

Pregătirea corectă condiţionează calitatea suprafeţelor încărcate.

Uneori se încarcă suprafeţe ale pieselor chiar în procesul fabricării lor. In acest caz pregătirea suprafeţelor este operaţia precedentă metalizării.

Protejarea suprafeţelor vecine are ca scop principal împiedicarea depunerii unor stropi de metal pe suprafeţele învecinate celor supuse încărcării.

Se realizează prin acoperirea suprafeţelor vecine cu folii sau tablă ţesătură sau şnur de asbest ori fibră de sticlă sau cu clingherit, care să împiedice sudarea de metalul de bază a stropilor inerenţi la sudarea cu arc electric.

Incărcarea se realizează prin topirea simultană cu ajutorul unui arc electric, atît a metalului de adaos, provenit dintr-un electrod metalic învelit, cît şi a unui strat superficial al metalului de bază şi depunerea şi solidificarea aliajului dintre cele două materiale, pe suprafaţa de încărcat. Este indicată folosirea unor electrozi speciali pentru încărcare, cu randament de depunere mărit.

La încărcarea unor materiale cu sudabilitate scăzută (de exemplu oţel inoxidabil sau aluminiu)se apelează la sudarea în mediu de argon, iar dacă încărcarea se face în scopul unor PLACARI, pe suprafeţe întregi, plane sau cilindrice ale unor piese din oţel carbon sau slab aliat, se utilizează sudarea automată sub flux, folosindu-se eventual ca material de adaos o bandă-electrod.

Tehnica de lucru nu diferă esenţial de cea folosită la fiecare din procedeele de sudare amintite mai sus, dar se are în vedere că rîndurile de metal depus trebuie să fie alăturate, întrepătrunse, grosimea acestora să fie cît mai uniformă şi cu 1...3 mm mai mare decît cea a stratului de depunere prevăzut pe desenul piesei încărcate, pentru asigurarea existenţei adaosului de prelucrare mecanică ce conduce la obţinerea în final a preciziei şi rugozităţii dorite a suprafeţelor respective. Adesea se apelează la mecanizarea unei mişcări, de exemplu a mişcării de rotaţie a piesei cu viteza periferică egală cu viteza de sudare, în cazul încărcării unei suprafeţe cilindrice. Se obţine astfel o încărcare mai uniformă decît în cazul realizării manuale a tuturor mişcărilor relative ale electrodului faţă de piesă.

Parametrii regimului sînt aceiaşi ca la sudare (prin procedeele folosite) depinzînd de grosimea şi lăţimea rîndurilor.

Uneori se depun mai multe straturi, din necesitatea obţinerii unei anumite grosimi finale, sau din necesitatea obţinerii unei anumite compoziţii chimice a stratului superficial, alta decît cea a metalului de bază. Compoziţia chimică a fiecărui strat este determinată de compoziţia chimică a metalului de adaos, de cea a stratului ce se topeşte din piesă (eventual din stratul precedent depus), ca şi de raportul maselor celor două materiale, ce formează baia de metal topit, la un moment dat.

Tratarea termică vizează diminuarea tensiunilor periculoase ce apar în stratul depus şi în zona influenţată termic ca urmare a răcirii şi deci contractării metalului depus pe piesa mult mai rece, care preia o parte din căldura acestuia şi se încălzeşte, tinzînd deci să se dilate, cel puţin într-o primă perioadă de timp de la depunerea metalului de adaos. Cu cît suprafaţa încărcată este mai mare şi cu cît sudabilitatea metalelor de bază şi de adaos este mai mică, cu atît tratamentul termic este mai important pentru prevenirea fisurărilor, desprinderea straturilor depuse, deformărilor.

Tratamentul termic este obligatoriu la încărcarea prin sudare a pieselor din oţel cu conţinut mediu de carbon şi de elemente de aliere, sau din fontă. El constă într-o preîncălzire (deci efectuată înainte de încărcarea propriuzisă) a metalului de bază la 150...350°C, crescînd cu conţinutul de carbon al oţelului, respectiv la 300...650°C în cazul fontei, şi o recoacere la 350...700°C efectuată imediat după încărcare, cu răcirea lentă, în cuptor închis, pînă la 100...150°C.

In cazul depunerilor dure, recoacerea la temperaturi mari determină descompunerea unor carburi şi micşorarea corespunzătoare a durităţii, permiţîndu-se o mai uşoară prelucrare ulterioară prin aşchiere, cu scule şi procedee obişnuite.

Ulterior prelucrării, piesele urmează un tratament termic de călire (eventual urmată de o revenire pentru creşterea tenacităţii) sau tratamente termochimice sau termoionice, vizînd obţinerea unor proprietăţi excepţionale în straturile superficiale.

Prelucrarea mecanică are ca scop obţinerea formei, dimensiunilor şi microgeometriei suprafeţei încărcate în conformitate cu prescripţiile prevăzute pe desenul de execuţie al piesei. In cazurile banale, sau în cazurile cînd piesa a suferit tratamentul termic de recoacere de înmuiere prelucrarea se face cu scule, procedee şi maşini unelte de aşchiere obişnuite, potrivit formei generale a piesei şi suprafeţei prelucrate (a se vedea capitolul PRELUCRARI PRIN ASCHIERE).

Controlul calităţii constă în examinarea vizuală şi eventual cu ajutorul metodelor cunoscute de defectoscopie nedistructivă (v. cap. respectiv) în vederea depistării eventualelot defecte şi remedierea acestora, pentru asigurarea calităţii piesei în ansamblu, în raport de condiţiile funcţionale impuse.

B. Metalizarea prin pulverizare.

De cele mai multe ori procedeul este folosit la recondiţionarea unor piese uzate pe porţioni de reazem, cilindrice convexe (denumite fusuri), din oţel.

Se foloseşte şi ca procedeu de fabricaţie la acoperirea cu straturi metalice poroase de aliaje neferoase (de exemplu aliaje antifricţiune, de tipul bronzurilor) pe suprafeţe de alte forme.

Se parcurg următoarele etape: pregătirea suprafeţelor, protecţia suprafeţelor vecine, metalizarea propriuzisă, eventual tratament termic, prelucrarea mecanică şi controlul calităţii, similar ca la încărcare.

Pregătirea suprafeţei se face de regulă prin aşchiere pe maşini unelte, imediat înaintea metalizării (pentru evitarea oxidărilor). Dacă prelucrarea nu se poate face fără folosirea lichidelor de ungere-răcire, după aceasta piesele se degresează, se spală şi se usucă în mod obligatoriu. Prelucrarea trebuie să conducă la obţinerea unor suprafeţe cu asperităţi mari, care să faciliteze ancorarea mecanică a metalului depus de metalul de bază. Se recomandă obţinerea unor microgeometrii de tipul celor prezentate în figura 3. Pe suprafeţe cilindrice convexe se poate adopta sistemul înfăşurării cu sîrmă, cu spire distanţate (fig. 4), iar pentru grosimi mari de metal depus - sistemul cu profilare în „coadă de rîndunică" (fig. 5), cu sau fără guruburi.

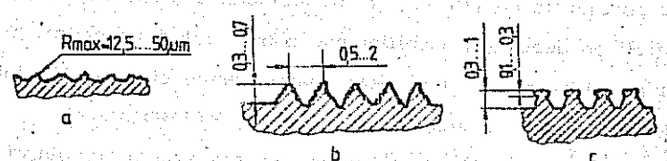


Fig. 3

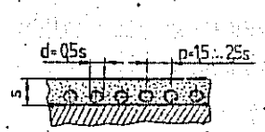


Fig. 4

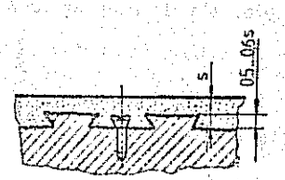


Fig. 5

Uneori pregătirea se face prin sablare cu electrocorindon sau cu alice colţuroase, mici, de fontă, sau cu nisip cuarţos uscat. Sablarea constă în împroşcarea asupra suprafeţei cu materialul sablator, cu viteze mari, astfel încît să se producă o erodare mecanică a suprafeţei de sablat. Antrenarea în mişcare a materialului sablator se realizează cu utilaje speciale, de regulă pneumatic, în incinte izolate, deoarece la sablare se produc cantităţi importante de praf.

Presiunea aerului comprimat este de regulă 5...6 atm în cazul sablării cu alice şi de 2...3 atm în celelalte cazuri. Cantitatea de material sablator este de 50...100 g/cm^2, durata sablării variind în funcţie de mărimea aparatului de sablare şi de cea a suprafeţei de sablat, de la două secunde la 5 min.

In figura ce urmează se prezintă construcţia unui aparat de sablare.

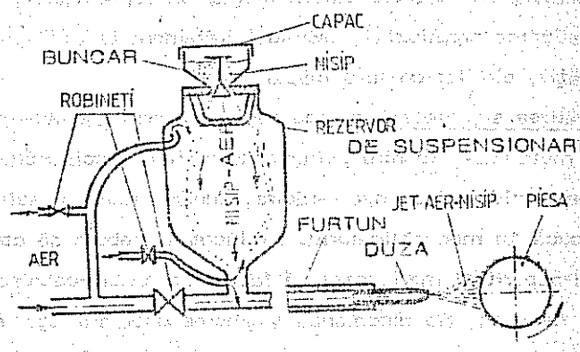


Fig. 6

Protejarea suprafeţelor vecine se face ca şi în cazul încărcării.

Mai precizăm că ea vizează şi împiedicarea pătrunderii în orificii (de exemplu - orificii de ungere) a aşchiilor sau a materialului sablator, în afara particulelor de metal de adaos şi că deci uneori trebuie efectuată înainte de pregătirea suprafeţelor de metalizat.

Metalizarea propriuzisă constă în proiectarea asupra suprafeţei de metalizat a unui jet de metal topit şi pulverizat, cu ajutorul unei instalaţii de metalizare. Se dă mai jos componenţa unei instalaţii de metalizare cu arc electric menţinut între două sîrme-electrod: sursa de curent 1, sistemul de acţionare a sîrmelor 2, metalizorul 3, cablurile de alimentare a arcului 4 şi de comandă 5, sistemul de alimentare cu aer comprimat 6.

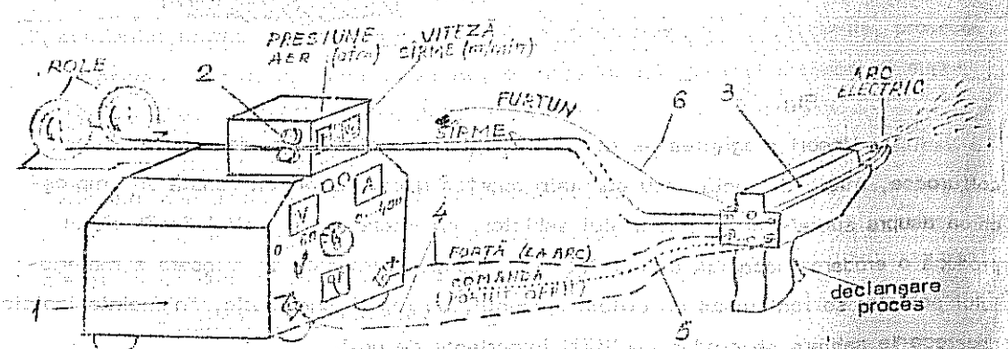


Fig. 7

In figura 8 se dă schema de principiu a metalizării cu arc electric folosind două sîrme şi elementele principale ale unui metalizor conceput în acest sistem.

Parametrii tehnologici ai procesului de metalizare sînt:

- diametrul sîrmei : 1...2,5 mm
- viteza sîrmei :0,7...8 m/min
- intensitatea curentului de topire :70...400 A
- tensiunea arcului : 25...45 V
- presiunea aerului : 3...6 atm
- temperatura de preîncălzire (eventual) : 50...300 °C
- distanţa între arc şi piesă : 80...300 mm.

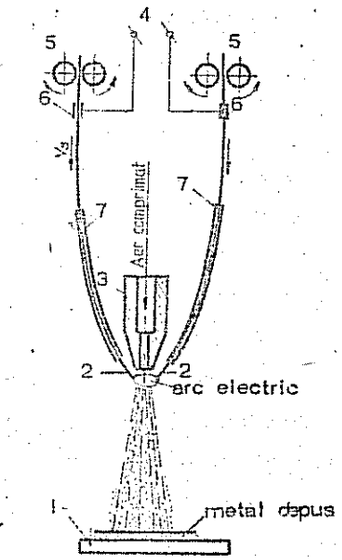


Fig. 8

1-piesa; 2-sîrme; 3-duza aer; 4-conector curent; 5-role avans sîrme; 6-bucşe contact; 7-ghidaje.

Există numeroase alte sisteme de metalizare, cu parametri tehnologici specifici, asupra cărora nu insistăm.

Tratamentul termic se aplică destul de rar, constînd de regulă într-o preîncălzire ce are scopul de a diminua tensiunile termice de întindere în stratul de metal depus, care, la răcire se contractă împreună cu piesa (dacă aceasta a fost preîncălzită); dacă nu - rezultă o DILATARE a piesei în timpul primei perioade a răcirii metalului depus, ca urmare a cedării căldurii spre piesă.

Prelucrarea mecanică şi controlul de calit sînt similare cu cele ce succed încărcării prin sudare.

2. Desfăşurarea lucrării de laborator

In prima parte a lucrării de laborator studenţii vor studia utilajele folosite pentru încărcarea prin sudare şi pentru metalizare, vor întocmi schemele de principiu ale acestora, punînd în evidenţă elementele componente ale acestor utilaje şi aparate şi vor nota datele lor tehnice caracteristice.

Se vor studia: - aparatul de sudare folosit la încărcarea prin sudare (a se vedea şi capitolul SUDARE)
- echipamentul tehnologic al postului de încărcare prin sudare, inclusiv cel aferent protecţiei muncii
- maginile unelte folosite la pregătirea suprafeţelor
- sculele şi instrumentele folosite la prelucrare şi control
- elementele instalaţiei de metalizare, insistîndu-se asupra elementelor de reglare a parametrilor regimului şi de control al acestor parametri
- aparatul de sablare

După studierea utilajelor şi aparaturii se vor desfăşura experimente în care studenţii vor efectua măsurători ale parametrilor regimului de lucru, vor studia piese recondiţionate aflate în diverse stadii ale desfăşurării procesului tehnologic de încărcare sau de metalizare, vor executa schiţe ale operaţiilor şi fazelor, ca şi schiţe ale pieselor recondiţionate. Se vor studia şi nota materialele de adaos folosite la recondiţionare, ca şi elementele esenţiale ale acestora din punct de vedere tehnologic.

A. Pentru experimentul de INCARCARE:
- se execută schiţa piesei defecte (eventual pentru mai multe piese)
- se schiţează piesa avînd suprafaţa defectă pregătită prin prelucrare mecanucă, indicîndu-se pe desen poziţia sculei în timpul lucrului
- se notează parametrii regimului de prelucrare prin aşchiere, precizîndu-se marca materialului piesei şi tipul materialului sculei în zona activă
- se schiţează modul de protejare a suprafeţelor vecine cu cele ce urmează a fi încărcate şi eventual regimul de tratament termic
- se notează marca electrodului şi dimensiunile acestuia (diametrul vergelei metalice şi lungimea iniţială)
- se determină intensitatea curentului folosit la încărcare şi tensiunea arcului
- se măsoară lungimea electrodului după încărcare şi se determină prin calcul masa metalului topit din electrod (densitatea =7,85g/cm^3)
- se schiţează piesa după încărcare şi după prelucrarea mecanică, punîndu-se în evidenţă forma, dimensiunile şi rugozitatea supra-

B. Pentru experimentul de METALIZARE: se efectuează aceleaşi activităţi referitoare însă la procedeul precizat, supunîndu-se metalizării o anumită suprafaţă a unei piese de tip arbore. Specific procedeului experimentat, se va mai determina următorul grupaj de elemente:-
- viteza de avans a sîrmelor-electrod: pentru aceasta se va cronometra timpul de metalizare propriuzisă şi se va determina deplasarea unui reper trasat pe sîrmă, faţă de un reper fix, pe parcursul arderii arcului electric; viteza rezultă prin raportarea deplasării la durata metalizării;
- masa metalului topit şi raportul între masa aceasta şi masa metalului depusă pe piesă şi rămasă pe aceasta după prelucrarea finală:

$$\text{Consumul specific } C_s = (m_t / m_r) \cdot 100 \quad [\%]$$

3. Comentarea rezultatelor şi concluzii

Se vor face observaţii privind: utilitatea şi eficienţa procedeelor experimentate, implicaţiile aplicării procedeelor în procesele tehnologice de reparare şi de fabricaţie, complexitatea utilajului şi aparaturii.

Se vor compara cele două procedee şi se vor evidenţia asemănările şi deosebirile acestora faţă de sudare.

Se vor sugera domenii de aplicare eficientă a ac stor procedee.

CAPITOLUL 16

NORME DE PROTECȚIA MUNCII STUDENȚILOR ÎN LABORATOARELE DE TEHNOLOGIA MATERIALELOR

În Republica Socialistă România, securitatea muncii este privită ca o problemă de stat de primă importanță, provenită din teza marxistă conform căreia „ omul este cel mai prețios capital ". Cuiva față de omul muncii în procesul muncii și instruirii lui este deosebit de însemnată, în țara noastră fiind legiferate în acest sens o serie de acte normative, dintre care, cele mai importante sînt Legea Nr. 5/1965 cu privire la protecția muncii și Decretul Nr. 400/1980, cu privire la unele măsuri de întărire a siguranței în funcționarea și supravegherea instalațiilor cu grad de periculozitate ridicat sau cu funcționare continuă.

Activitatea de instruire a studenților în Institutul politehnic în general și deci și în cadrul laboratoarelor catedrei Tehnologia Materialelor și Sudare, cade și ea sub incidența acestor acte normative, obligatoriu de respectat de către toți cetățenii R.S.R.

La baza protecției muncii studenților în laboratoarele catedrei stau unele măsuri tehnice și organizatorice, care constituie premizele prevenirii eficiente a oricăror accidente de muncă.

Din punct de vedere tehnic, protecția muncii studenților și personalului muncitor, tehnico - ingineresc și didactic ce participă la lucrările de laborator se realizează prin respectarea cu strictețe a normelor legale privind condițiile tehnice de funcționare a mașinilor, instalațiilor și aparatelor la care s-ar putea produce, eventual, accidente de muncă.

Comunicarea urgentă a unei nereguli sau defecțiuni către conducătorul locului de muncă la care se constată orice neregulă din acest punct de vedere, constituie o obligație legală a oricărei persoane ce face o astfel de constatare, ca și obligația conducătorului direct al procesului de muncă respectiv, de a întrerupe imediat procesul și de a lua pe loc măsuri eficiente pentru înlăturarea defecțiunilor și repunerea în funcțiune a

mașinii, instalației sau aparaturii respective, în conformitate cu Normele de Tehnica Securității muncii și cele pentru Prevenirea și Stingerea Incendiilor (denumiri ce se prescurtează adesea prin N.T.S și respectiv P.S.I) prevăzute expres de actele normative menționate anterior.

Nerespectarea acestor obligații se pedepsește, tot în conformitate cu aceste acte normative, cu pedepse disciplinare, prin răspundere materială (aplicare de amenzi sau prin răspundere penală (trimiterea cazului în fața unei instanțe de judecată penală).

Din punct de vedere organizatoric, la baza protecției muncii în laboratoarele catedrei T.M.S. stă organizarea corespunzătoare în munca tuturor persoanelor a căror activitate are incidență cu activitatea desfășurată în laboratoare, pe linie de învățământ, cercetare sau producție.

Personalul muncitor tehnico-ingineresc și didactic are o serie de obligații în acest sens, stabilite prin acte normative cu putere de lege, prin Regulamentul de ordine interioară al institutului și prin sarcinile de serviciu concrete ale fiecărei persoane.

Studenților ce participă la orice fel de activități în laboratoare, le revine de asemenea obligația de a respecta unele măsuri ce derivă din Regulamentul activității studenților, în scopul unei cît mai bune instruiri, care să se efectueze însă într-o deplină siguranță a muncii de instruire științifică, tehnică și practică.

In subcapitolele ce urmează se prezintă normele ce trebuie respectate de către studenți în laboratoarele de tehnologia materialelor.

Inaintea începerii oricărei activități cu caracter practic în cadrul lucrărilor de laborator, studenții vor studia mai întîi cu atenție normele specifice locurilor de muncă, afișate în laborator, le vor conspecta și se vor asigura că au înțeles pe deplin importanța fiecărei prevederi din aceste norme. Numai după aceasta studenții vor trece la efectuarea elementelor cu caracter practic și experimental din cadrul lucrărilor de laborator.

Pentru orice clarificări ei se vor adresa cadrelor didactice.

a. Măsuri generale

Studenții sînt obligați a se prezenta la laborator având echipament de lucru (halat sau salopetă) curat și încheiat la toți nasturii.

Este strict necesară respectarea punctualității la intrarea și la ieșirea din laboratoare.

In scopul prevenirii accidentelor, studenții trebuie să înțeleagă anticipat sensul și efectele oricăror activități proprii, la orice loc de muncă.

Pentru aceasta, ei trebuie să pregătească anticipat lucrările și să solicite orice lămuriri de la cadrele didactice și de la personalul tehnic din laboratoare.

Se va păstra o atmosferă de deplină seriozitate pe întreg parcursul desfășurării lucrărilor, în caz contrar fiind posibilă producerea unor accidente de muncă.

Nu este permisă începerea nici unei lucrări fără acordul cadrelor didactice sau în lipsa unei persoane competente, din cadrul laboratorului.

Este interzisă efectuarea altor lucrări în afara celor stabilite de cadrele didactice, pentru ședința respectivă.

Este interzisă efectuarea de către studenți a oricăror reparații sau intervenții la utilaje, în cadrul lucrărilor de laborator.

Este interzisă acționarea de către studenți a elementelor de comandă și alimentare electrică a utilajelor, fără acordul expres al cadrelor didactice.

In timpul lucrului studenții vor respecta poziția corectă la fiecare loc de muncă și normele specifice de protecția muncii, afișate la posturile respective.

La un echipament de lucru sau la un utilaj, este interzis a lucra mai multe persoane simultan.

Este interzis a lucra cu instalații sau aparate defecte, sau care cu defecte de izolație a cablurilor sau altor elemente de alimentare cu energie electrică. Este interzis fumatul în laboratoare.

b. Norme specifice laboratoarelor de încercări

La încercarea de încovoiere prin şoc, studenţii nu vor sta în planul de acţiune a ciocanului - pendul.

Este interzisă iradierea probelor de defectoscopie cu radiaţii penetrante în prezenţa studenţilor în laborator.

Acţionarea manetelor aparatelor Brinell se va face lent.

Este interzisă staţionarea studenţilor în zona de cădere a greutăţilor cu care sînt echipate unele aparate de încercat.

c. Norme pentru protecţia muncii la sudare

c.1. Protecţia împotriva accidentelor de electrocutare.

Energia electrică este cea mai răspîndită formă de energie folosită la sudare, atît pentru producerea căldurii cît şi pentru comanda şi manevrarea instalaţiilor.

Trecerea curentului electric prin corpul omenesc se numeşte electrocutare. In cazul cînd curentul care trece prin corpul omului depăşeşte o anumită valoare - circa 50 mA - accidentele de electrocutare pot fi mortale.

La aplicarea unei tensiuni între două puncte ale corpului (tensiune de atingere, U_a) curentul care circulă între aceste puncte va depinde de rezistenţa electrică R_{om}. Această rezistenţă depinde de foarte mulţi factori şi poate fi de ordinul a 100.000 Ω , cînd pielea este uscată şi intactă, scăzînd însă la 800 ... 1.000 Ω , cînd pielea este umedă.

Pentru un curent de 0,05 A şi o rezistenţă de 1.000 Ω tensiunea la care începe să apară pericolul de electrocutare este:

$$U_a = R_{om} \cdot I = 1\,000 \times 0{,}05 = 50 \text{ V}$$

La trecerea sa prin corpul omului curentul electric produce efecte chimice, efecte termice şi efecte fiziologice asupra sistemului nervos, care pot duce la paralizarea respiraţiei şi a inimii, urmate de moarte.

Pentru prevenirea electrocutărilor se vor respecta următoarele reguli:

- se va evita atingerea oricăror conductoare electrice, indiferent de starea izolaţiei lor;

- nu se vor folosi instalaţii, aparate şi materiale electrice care prezintă defecţiuni;

- nu se va executa repararea instalaţiilor sau aparatelor electrice defecte; această operaţie este permisă numai personalului special calificat;

- nu se vor deschide uşile echipamentelor de comandă ale instalaţiilor de sudare. Acest lucru este deosebit de periculos mai ales în timpul funcţionării acestora;

Dacă totuşi se produce un accident soldat cu electrocutarea unei persoane, se va proceda astfel:

- se scoate imediat de sub tensiune reţeaua de alimentare cu energie electrică, prin acţionarea întrerupătoarelor de la locul de muncă sau a întrerupătorului general (în cadrul instructajului de protecţia muncii se va atrage atenţia studenţilor asupra amplasării şi funcţionării acestora);

- dacă se acţionează direct asupra victimei, aceasta va fi îndepărtată de la locul accidentului cu o deosebită atenţie, pentru a nu se produce şi electrocutarea salvatorilor. Nu se vor atinge părţile descoperite ale corpului victimei sau încălţămintea acesteia ci se va acţiona cu o funie uscată, îmbrăcăminte uscată, o bucată de lemn uscat sau orice alt corp izolator;

- în unele cazuri în care accidentatul strînge convulsiv în mîinile sale obiectul aflat sub tensiune, este mai simplu să ridicăm accidentatul de pe sol decît să ne străduim să-i descleştăm mîinile. Dacă accidentatul este însă conştient, trebuie să i se strige de la distanţă şi poruncitor „ sari în sus".

- dacă accidentatul şi-a pierdut cunoştinţa şi se constată întreruperea respiraţiei, se procedează de urgenţă la efectuarea respiraţiei artificiale, care va continua pînă la sosirea medicului sau pe tot timpul transportului la postul de prim ajutor (nu se va opri respiraţia artificială, cotinuînd ore în şir).

c.2. Protecţie împotriva accidentelor produse de arcul electric

Arcul electric folosit la sudare este o sursă puternică de căldură, lumină, radiaţii ultraviolete şi stropi îm-

proeeaţi. Pentru a se evita producerea de accidente datorită acţiunii complexe a arcului electric asupra organismului uman se va proceda astfel:

- se va purta echipamentul de protecţie obligatoriu, compus din şort de piele, mănuşi şi jambiere din piele, mască de protecţie de cap sau de mînă;
- se va evita a se privi arcul electric cu ochiul liber;
- se va înconjura locul de sudare cu paravane opace.

c.3. Protecţia împotriva accidentelor produse de flăcările de gaze.

Flacăra de gaze folosită la sudare (flacără oxiacetilenică) sau cele folosite la tăiere termică sau la lipire sînt surse de căldură mai slabe decît arcul electric însă, în unele privinţe, mai periculoase decît acesta, datorită acţiunii jetului de gaze arse, calde, ce poate fi dirijat accidental spre propriul corp al sudorului sau spre o persoană aflată în vecinătate. Deşi cantitatea de lumină produsă este mai mică decît la sudare cu arcul electric şi în acest caz este necesară protecţia ochilor împotriva radiaţiilor luminoase.

Pentru prevenirea accidentelor în această situaţie se vor respecta următoarele măsuri:

- se va purta echipamentul obligatoriu de protecţie, acelaşi ca la sudarea cu arc electric, însă în locul măştii de protecţie se vor folosi ochelari de protecţie cu sticlă absorbantă de lumină;
- se va manevra cu mare atenţie flacăra de gaze pentru a nu dirija arzătorul spre propriul corp sau spre persoane aflate în vecinătate;
- se vor verifica cu atenţie conductele pentru transportul gazelor şi etanşările racordurilor pentru a se evita aprinderea unor flăcări ca urmare a scăpărilor de gaze.

c.4. Protecţia împotriva apariţiei arsurilor

Apariţia arsurilor constituie unul din cele mai frecvente accidente la sudare datorită utilizării unor puternice surse de căldură şi manevrării unor obiecte (piese, scule) aflate la temperaturi ridicate.

Pentru prevenirea apariţiei acestui gen de accidente se vor respecta următoarele măsuri:

- nu se vor atinge cu mîna descoperită, respectiv nu se va călca, pe obiectele ce pot fi calde. Se atrage atenţia că metalele şi aliajele uzuale nu-şi schimbă culoarea decît la temperaturile mari, temperaturile fiind asemănătoare celor reci, la mai puţin de 400°C;
- piesele sudate se vor depozita în locuri izolate, bine delimitate, în care accesul să fie îngrădit;
- în momentul folosirii unor obiecte calde se va atrage atenţia celor din jur asupra pericolului pe care acestea îl prezintă.

Dacă totuşi se produc arsuri, pînă la consultul medicului, nu trebuie să se aplice nici un fel de cremă, praf sau iod. Rana trebuie acoperită cu tifon sterilizat, evitîndu-se atingerea ei cu mîna. Înainte de pansare, mîinile celui care acordă primul ajutor trebuie spălate bine cu apă fierbinte şi săpun şi apoi şterse cu alcool.

c.5. Măsuri pentru prevenirea apariţiei exploziilor

Folosirea gazelor combustibile sau a altor gaze sub presiune, la sudare, generează pericolul apariţiei unor explozii. Pentru prevenirea acestui tip de accidente se vor lua următoarele măsuri:

- generatoarele de acetilenă se vor manevra conform instrucţiunilor de funcţionare: se vor exploata corect, se vor verifica supapele hidraulice de siguranţă, racordurile şi conductele pentru transportul gazelor;
- butelliile de gaze se vor exploata conform indicaţiilor generale de manevrare a butelliilor sub presiune: nu se vor trînti, nu se vor lăsa lîngă sursa de căldură, nici măcar în bătaia razelor solare. Pentru butelliile de oxigen se interzice ungerea cu substanţe grase; iar pentru cele de acetilenă exploatarea în altă poziţie decît cea verticală. Se va urmări ca inscripţiile de marcare a conţinutului butelliilor să fie clare şi corect executate;
- la semnalarea oricărei scăpări de gaze combustibile (acetilenă, gaz metan) se vor stinge toate flăcările, arcele electrice, se va căuta sursa scurgerilor şi se va efectua reparaţia necesară;
- se interzice fumatul în laborator.

c.6. Măsuri pentru prevenirea altor accidente

- nu se vor acţiona butoanele, manetele sau alte elemente de comandă ale instalaţiilor, cărora nu li se cunoaşte destinaţia;

- lucrarea de laborator se va executa în prezenţa tehnicianului de serviciu sau a cadrului didactic;

- nu se va staţiona în preajma instalaţiilor aflate în timpul funcţionării, nu se va alerga prin laborator. Se va păstra o ordine desăvîrşită la locul de muncă.

d. Norme generale pentru laboratorul de topire-formare - turnare

- Este interzisă aprinderea şi supravegherea focului la cuptoare, de către studenţi;

- Inainte de aprinderea focului, cuptorul trebuie ventilat 10 minute.

- Focul se va aprinde numai după asigurarea tirajului, cu o torţă cu mîner lung.

- In cazul întreruperii accidentale a focului se întrerupe imediat alimentarea cu combustibil şi cu aer, a cuptorului.

- Creuzetul cuptorului se controlează înaintea fiecărei utilizări. El se manipulează numai de către personalul tehnic al laboratorului.

- Materialele supuse topirii trebuie să fie în prealabil uscate.

- Este interzisă folosirea cuptorului în alte scopuri decît cel al topirii metalelor.

- Se va evita atingerea pieselor calde.

- Se interzice debavurarea sau ţuperea cu mîna a reţelelor de alimentare ale pieselor turnate.

e. Norme generale pentru laboratorul de prelucrări pe maşini unelte şi prese.

- In laborator este interzisă purtarea cravatei, mărgelelor, brăţărilor şi tuturor altor elemente vestimentare ce ar putea fi agăţate de elementele în mişcare ale maşinilor.

- Studentele, se obligă a avea capul acoperit în timpul lucrului.

- Este interzisă studenţilor orice intervenţie la instalaţiile electrice din cadrul laboratorului. Punerea sub tensiune se face numai de către personalul tehnic competent.

- Este strict interzisă executarea de către studenţi a altor lucrări decît cele anunţate de cadrele didactice pentru fiecare loc de muncă în parte, ca şi executarea unor lucrări fără supraveghere din partea cadrelor didactice sau a personalului tehnic din laborator.

- Pe maşinile unelte studenţii vor lucra strict individual, în cazul în care la o maşină sînt repartizaţi mai mulţi studenţi, aceştia vor lucra pe rînd, regula respectîndu-se obligatoriu şi în acest caz.

- Este interzisă schimbarea locului de muncă stabilit, sau părăsirea laboratorului fără aprobare din partea cadrelor didactice.

- In timpul lucrului, studentul va respecta poziţia de lucru indicată pentru fiecare loc de muncă în parte. In caz contrar este posibilă accidentarea.

- Este interzisă îndepărtarea, defectarea sau neglijarea existenţei elementelor de protecţie ale maşinilor (capace, apărători, limitatori, ecrane etc).

- Este interzis a se interveni fără aprobarea la elementele cinematice ale maşinilor unelte (cutii de viteză, de avansuri, roţi de schimb etc.). Schimbarea vitezelor sau a avansurilor se va face numai cînd maşina este oprită.

- In imediata apropiere a elementelor exterioare în mişcare ale maşinilor unelte studenţii vor acorda atenţia cuvenită manevrelor în lucru pe care le execută.

- Se interzice categoric oprirea sau atingerea pieselor, sculelor sau dispozitivelor de prindere în timpul mişcării, chiar dacă la un moment dat mişcarea continuă numai în virtutea inerţiei.

- Cheile de strîngere a pieselor sau sculelor, de exemplu cheia de universal, nu vor fi lăsate sau uitate în locaşurile de acţionare chiar dacă nu se intenţionează pornirea maşinii. In caz contrar, la pornirea ulterioară, dorită sau accidentală a maşinii, cheia poate sări, putînd provoca un accident foarte grav.

- Se recomandă evitarea contactului cu aşchiile sau cu piesele prelucrate, întrucît în procesul de aşchiere acestea se încălzesc la cîteva sute de grade C. Indepărtarea şpanului se va face cu un cîrlig metalic prevăzut în trusa de scule.

- Piesele şi sculele se vor strînge bine în dispozitivele de prindere ale maşinilor unelte. Aceste dispozitive trebuie să fie în perfectă stare tehnică. In caz contrar se interzice lucrul cu ele.

- Funcţionarea motoarelor electrice ale maşinilor trebuie oprită în timpul schimbării sculelor, la curăţirea şi ungerea maşinii, la părăsirea acesteia, sau în cazul unei pene de curent.

- In cazul cînd maşinile unelte nu sînt prevăzute cu ecrane de protecţie, operatorul este obligat a purta ochelari de protecţie corespunzători cu normele în vigoare.

- Este interzisă efectuarea oricăror măsurători, montări sau demontări în timpul mişcării elementelor cinematice ale maşinilor unelte.

- Este obligatorie oprirea maşinii cînd piesele sau sculele vibrează vizibil.

- Este interzisă schimbarea vitezelor în timpul mersului.

- Este interzisă suflarea aşchiilor cu gura. In acest scop se pot folosi numai sisteme pneumatice tehnice. In caz contrar există numeroase pericole.

- Este interzisă „ fixarea " pieselor în mînă sau cu mîna, în scopul prelucrării lor. Chiar şi la polizare, piesele mici se ţin cu ajutorul unor dispozitive de prindere, care să facă imposibilă accidentarea.

- Ascuţirea sculelor se va face corect şi se va controla obligatoriu de către personalul tehnic din laborator.

- Apropierea sculelor faţă de piese, sau reciproc, se va efectua treptat. La fel se va proceda şi la introducerea sculelor în materialul prelucrat.

-Lucrul cu viteze de aşchiere, adîncimi de aşchiere sau avansuri mari este periculos.

- Este interzisă purtarea mînuşilor în timpul lucrului, cu excepţia acelora fabricate special în anumite scopuri, în conformitate cu normele în vigoare.

- Este interzis a se lucra la polizoare fără ochelari de protecţie dacă acestea nu sînt prevăzute cu ecrane de protecţie speciale.

- In timpul polizării, este interzis a se sta în planul discului abraziv.

- Piesele ce se polizează se ţin bine în mînă fiind rezemate în acelaşi timp pe suporţi speciali rigizi şi reglaţi astfel încît să împiedice prinderea pieselor între suport şi disc, ceea ce ar duce la spargerea discului, deosebit de periculoasă.

- Piesele mici se ţin cu ajutorul unor dispozitive.

- Este interzisă polizarea pe feţele laterale ale discurilor abrazive.

- Se interzice lucrul studenţilor nesupravegheaţi direct, la polizare.

- Se interzice pornirea polizoarelor sau a maşinilor de rectificat, dacă se constată spărturi, crăpături sau descentrări ale discurilor abrazive sau nereguli ale carcaselor de protecţie din jurul discurilor.

- Se interzice lucrul direct al studenţilor la prese, foarfeci mecanice, maşini de îndreptat sau roluit tablă.

- Se interzice manipularea oricăror surse de scîntei sau flacără, în apropierea maşinilor de electroeroziune sau a acelora prevăzute cu băi deschise de petrol sau lubrifianţi.

f. Norme de protecţia muncii la locurile de muncă

La fiecare loc de muncă, maşină sau instalaţie sînt afişate normele specifice activităţii respective.

Inainte de începerea oricărei activităţi, studenţii sînt obligaţi a-şi însuşi aceste norme.

La începutul fiecărui semestru, studenţii îşi vor însuşi conţinutul prezentului capitol, vor semna în procesul verbal de instruire, fiind direct răspunzători de eventuala nerespectare a oricăror norme de tehnica securităţii muncii.

BIBLIOGRAFIA

1. Petrovici A. ş.a.: Utilajul şi tehnologia sudării şi tăierii termice. Îndrumar de laborator, IPB, 1972.
2. Voicu, M. ş.a.: Sudare şi procedee conexe, Îndrumar de laborator, IPB, 1979.
3. Voicu, M. ş.a.: Îndrumar de laborator pentru proprietăţile şi încercările materialelor metalice, IPB, 1976.
4. Voicu M. ş.a. Tehnologia materialelor-Ed.didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1981.
5. Gladcov P. ş.a.: Maşini-unelte şi prelucrări prin aşchiere, Îndrumar de laborator, IPB, 1976.
6. Gladcov P. ş.a.: Tehnologia materialelor - Îndrumar de laborator vol.I, II, I.P.B., 1983, 1984.
7. Gladcov P ş.a.: Îndrumar de laborator - Tehnologia materialelor- pentru profil electric - IPB, 1984.
8. Botez, E. Maşini-unelte. Bazele teoretice ale prelucrării, vol. I-III, Bucureşti, Ed.Tehnică, 1969/1973.
9. Galea Gh., ş.a.: Tehnologia mecanică, partea a-II-a, Maşini-unelte şi prelucrări prin aşchiere, IPB, 1973.
10. x x x Manualul inginerului mecanic, vol.III, Tehnologia Construcţiei de maşini, Ed.Tehnică, Bucureşti, 1972.
11. x x x Colecţia standardelor în vigoare.

C U P R I N S

	Pagina
Introducere	1
Capitolul 1: Materiale metalice utilizate în construcţia de maşini	3
Capitolul 2: Instrumente pentru măsurări geometrice	24
Capitolul 3: Compararea procedeelor de obţinere şi prelucrare a semifabricatelor metalice	37
Capitolul 4: Determinarea durităţii materialelor metalice	52
Capitolul 5: Încercări la încovoiere prin şoc	67
Capitolul 6: Proprietăţile tehnologice de turnare şi obţinerea semifabricatelor prin turnare	76
Capitolul 7: Defectoscopie	94
Capitolul 8: Prelucrarea tablelor prin deformare plastică şi tăiere	118
Capitolul 9: Sudarea materialelor metalice; tăierea oxigaz	127
- Sudarea manuală cu electrozi înveliţi	138
- Sudarea automată sub flux	159
- Sudarea cu arc electric în mediu de CO_2	167
- Sudarea prin procedeul MIG	175
- Sudarea prin procedeul WIG	177
- Sudarea prin rezistenţă electrică prin puncte	182
- Sudarea cu flacăra de gaze	192
- Tăierea termică oxigaz a materialelor metalice metalice	207
Capitolul 10: Prelucrarea materialelor prin aşchiere pe maşini-unelte	218
Capitolul 11: Prelucrări cu fascicol LASER	244
Capitolul 12: Prelucrarea materialelor cu microaşchii	255
Capitolul 13: Identificarea sumară a materialelor metalice	261
Capitolul 14: Metalografia	271
Capitolul 15: Recondiţionarea prin încărcare sau metalizare	297
Capitolul 16. Norme de protecţia muncii studenţilor în laboratoarele de tehnologia materialelor	307
Bibliografie	318

INSTITUTUL POLITEHNIC
BIBLIOTECA
BUCUREȘTI

Centrul de multiplicat cursuri
I.P.B. Splaiul Independenței 313.

Tiparul executat sub comanda nr. 100

Tiraj exemplare 1000